

**PERFIL DESCRIPTIVO DE LA FUERZA MUSCULAR DEL MANGUITO
ROTADOR EN JUGADORES DE 12 – 16 AÑOS DE LA SELECCIÓN A DE LA
LIGA VALLECAUCANA DE TENIS DE CAMPO**

Investigadores:

**NAIRA ELIANA BURBANO
JESÚS DAVID GÓMEZ LÓPEZ
ISABEL CRISTINA RADA RAMÍREZ**



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA
PROGRAMA ACADÉMICO DE FISIOTERAPIA
SANTIAGO DE CALI, MAYO DEL 2013**

**PERFIL DESCRIPTIVO DE LA FUERZA MUSCULAR DEL MANGUITO
ROTADOR EN JUGADORES DE 12 – 16 AÑOS DE LA SELECCIÓN A DE LA
LIGA VALLECAUCANA DE TENIS DE CAMPO**

Investigadores:

**NAIRA ELIANA BURBANO
JESÚS DAVID GÓMEZ LÓPEZ
ISABEL CRISTINA RADA RAMÍREZ**

TRABAJO DE GRADO

Docente Asesora

FT. DELIA CONSTANZA SERPA ANAYA

**Especialista en Ciencias del deporte
Doctora en Actividad Física y Salud**



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA
PROGRAMA ACADÉMICO DE FISIOTERAPIA
SANTIAGO DE CALI, MAYO DEL 2013**

JURADO EVALUADOR

JURADO N° 1: Fayber Lasprilla Bueno

JURADO N° 2: Maria Nancy Rubio Silva

JURADO N° 3: Ana Fernanda Otero G.

Maria Florecia Velasco de Martínez

Presidente del Jurado

Santiago de Cali, Agosto de 2013

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	12
1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	14-16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	16
2. JUSTIFICACIÓN.....	17-21
3.OBJETIVOS.....	22
3.1. OBJETIVO GENERAL	22
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4.MARCO TEORICO.....	23
4.1. ESTADO DEL ARTE.....	23-24
4.2. REFERENTE TEÓRICO.....	25
4.2.1. Modelos de etiología de lesiones deportivas.....	26-27
4.2.2. Fuerza.....	27-28
4.2.2.1. Fuerza potencia.....	28-29
4.2.2.2. Métodos para medir fuerza muscular.....	29-32
4.2.2.3. Componentes del entrenamiento.....	32-33
4.2.2.4. Entrenamiento preventivo.....	33
4.2.2.4.1. Excéntrico.....	33-34
4.2.2.4.2. Pliométrico.....	34-35
4.2.2.4.3 Entrenamiento de fuera para niños y adolescentes.....	35-37
4.2.2.4.4 Riesgo entrenamiento de fuerza.....	37
4.2.3 GESTO DEPORTIVO EN EL TENIS DE CAMPO	38-39

4.2.4. BIOMECANICA DEL HOMBRO.....	39-42
4.2.4.1 Componentes del gesto deportivo en el tenis.....	42
4.2.4.1.1. El servicio.....	42-43
4.2.4.1.2. La derecha.....	43-44
4.2.4.1.3. El revés.....	44-45
4.2.4.2. Lesiones derivadas del gesto.....	45
4.2.4.2.1. Lesiones del manguito rotador.....	45
4.2.4.2.1.1. Tendinitis del manguito rotador.....	46
4.2.4.2.1.2. Lesiones parciales del manguito rotador...	46
4.2.4.2.1.3. Lesiones completas o totales del manguito rotador.....	46
4.2.4.2.1.4. Síndrome de pinzamiento subacromial.....	47-48
4.2.4.2.1.5 Pinzamiento interno.....	48
4.2.4.2.2 Inestabilidad glenohumeral.....	49
4.2.4.2.3 Compresión del nervio supraescapular.....	49-50
4.2.4.2.4 SLAP.....	50
4.2.4.2.5. Lesiones del intervalo rotador.....	50-51
5. METODOLOGÍA.....	52
5.1. TIPO DE ESTUDIO.....	52
5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	52-53
5.2.1. Criterios de inclusión.....	53
5.2.2. Criterios de exclusión.....	53
5.3. ASPECTOS ETICOS.....	54
5.4PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	55
5.5. MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	56
5.5.1. Dinamometria como metodo de evaluacion.....	56-57
5.5.1.1 Principio de funcionamiento de la celda de carga.	57-58
6. PROCEDIMIENTOS.....	59

6.1. Preparación para el estudio.....	59
6.2. Recolección de datos.....	59
6.3 Medida de fuerza isométrica generada por los rotadores de hombro...	60-61
6.4. Elaboración de datos.....	62
6.5 Análisis estadístico.....	62-63
7. RESULTADOS.....	64
7.1 Coeficiente de correlación Intraclass.....	65
7.2. Análisis descriptivo.....	66
7.3. Pruebas de hipótesis.....	67
7.3.1. Prueba del supuesto de normalidad.....	67
8. DISCUSION.....	70-74
9. CONCLUSIONES.....	75
10. APLICACIONES.....	76
11. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	77
12. RECOMENDACIONES.....	78
13. ANEXOS.....	79-96
REFERENCIAS.....	97-104

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Posibilidades de entrenamiento según tipo de fuerza en edades infantil y juvenil y desarrollo de habilidades deportivas.....	30
Tabla 2: Biomecánica de la musculatura que interviene en la fase de inicio del servicio.....	36
Tabla 3: Biomecánica muscular de la fase de acción del movimiento en el servicio.....	37
Tabla 4: Análisis descriptivo de variables sociodemográficas.....	47
Tabla 5: Variables del estudio.....	49
Tabla 6: Resultados de mediciones de fuerza para miembro superior dominante y no dominante	58
Tabla 7: Coeficiente de correlación intraclase (CCI).....	60
Tabla 8: Medidas descriptivas de las variables estudiadas.....	60
Tabla 9: Pruebas de normalidad Shapiro Wilk.....	61
Tabla 10: Resultados de la prueba T-pareada y la prueba Wilcoxon para ambos grupos derecho e izquierdo.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Anatomía de la cintura escapular.....	32
Figura 2 (a y b): Posicionamiento para la prueba.....	54
Figura 3: Contracción isométrica máxima.....	55

LISTA DE ANÉXOS

- 1. Procedimiento Operativo Estandarizado (POE) para medición de fuerza con dinamometría en rotadores internos y externos de hombro.....79-85**
- 2. Ficha de antecedentes clínicos y características antropométricas.....86**
- 3. Consentimiento informado.....87-90**
- 4. Asentimiento informado.....91-93**
- 5. Aval del comité de Ética Humana.....94-95**
- 6. Acta de aprobación.....96**

RESÚMEN

Objetivo: Comparar la fuerza muscular de los rotadores externos e internos a nivel de la articulación glenohumeral en jugadores de 12 – 16 años de la selección A de la Liga Vallecaucana de Tenis de Campo.

Metodología: Se incluyeron 15 deportistas, hombres (n=10) y mujeres (n=5), con una media de práctica deportiva 2.46 ± 0.789 años; pertenecientes a la “Selección A de la liga vallecaucana de tenis de campo” entre los 12 a 16 años de edad con una media de 13.9 ± 1.22 , en el periodo Agosto-Diciembre de 2012. Incorporando a los jugadores que no habían recibido entrenamiento de fortalecimiento en miembro superior y no presentaban antecedente de cirugía o lesión del manguito rotador, con el previo consentimiento de acudientes y asentimiento del participante. Se determinaron las características antropométricas (peso de 55.866 ± 10.769 Kg, talla 1.80 – 1.48 m, Índice de masa corporal de 20.4 ± 2.8 .) y los antecedentes clínicos. A Todos los participantes se les evaluó la fuerza isométrica máxima de los rotadores internos y externos, del hombro dominante y no dominante por medio de una celda de carga Omega con capacidad para 500 kg. Los datos fueron analizados en Excel y “R” versión 2.15.1; se aplicó la prueba Shapiro Wilk para determinar la normalidad de los datos de cada variable, aplicando T student para aquellos que aprobaron la normalidad y Wilcoxon para aquellos que no la aprobaron. Lo anterior con el fin de probar si existían diferencias significativas en los valores de fuerza entre rotadores de cada hombro y relaciones entre ambos hombros.

Resultados: En el estudio se encontró una diferencia significativa entre rotadores internos y externos en el miembro superior dominante ($P= 0.0002421$). De igual forma se obtuvo diferencia significativa ($P= 0.001329$) entre los rotadores internos bilateralmente, es decir el hombro dominante presentó mayores valores de fuerza de rotadores internos con respecto al no dominante. Por otra parte no se evidenció diferencia significativa ($p=0.2465$) entre los rotadores externos de ambos miembros superiores, tampoco significativa ($p= 0.03959$) entre los rotadores internos y rotadores externos del miembro superior no dominante. Finalmente en

la investigación se presentó diferencia significativa ($p=0.001674$) entre la fuerza de rotadores correlacionando miembro superior dominante y no dominante

Conclusión: En el presente estudio se evidenció la existencia de desequilibrio muscular entre rotadores internos y externos en el hombro dominante de los jugadores. El desequilibrio muscular también fue visible entre los rotadores del miembro superior dominante y el no dominante. Con respecto a la diferencia de cada tipo de rotador, se encontró mayor fuerza del rotador interno en el miembro superior dominante con respecto al no dominante.

Palabras claves: imbalance muscular, manguito rotador, tenistas junior.

INTRODUCCIÓN

Una lesión deportiva se puede definir como cualquier tipo de daño del tejido o dolor físico que se produce como resultado del deporte, la actividad física o el ejercicio. Las lesiones deportivas se asocian comúnmente al sistema musculoesquelético, que comprende músculos, huesos, articulaciones y sus tejidos asociados, como los ligamentos y los tendones [1].

Las lesiones deportivas, como es de esperarse no siguen un patrón para su ocurrencia y están muy ligadas al tipo de deporte que se practica y a las características individuales de cada deportista. En deportes como el tenis de campo, en el cual se deben hacer movimientos en los que se lleva el miembro superior repetitivamente por encima de la cabeza como parte de la técnica, las lesiones de hombro se convierten en el tipo de lesión más común durante la práctica del mismo [2].

Estas lesiones son producidas generalmente por factores tanto intrínsecos como extrínsecos, donde en los tenistas encontramos la fuerza muscular, la flexibilidad la integridad de los tejidos y todos aquellos elementos externos como el campo deportivo, los implementos y todas aquellas herramientas requeridas en la preparación.

El entrenamiento en fuerza es una de estas estrategias, compromete el fortalecimiento por grupos musculares o el fortalecimiento individualizado; es pertinente la identificación de músculos claves para la generación del movimiento requerido y la consecución del balance en la potencia de ellos, ya que es una determinante del éxito en la ejecución técnica. Según Lucado y Cols. [3] la adecuada estabilidad y movilidad articular en la articulación glenohumeral es necesaria, pues durante dicha ejecución técnica, se presentan rangos de movilidad extremos y en presencia de imbalances musculares, aumentan el estrés sobre la articulación, lo cual posibilita alteraciones ligamentosas y de otras estructuras capsulares que predisponen la aparición de lesiones.

Con el presente trabajo se busca comprobar la hipótesis basada en previas investigaciones, que proponen el desequilibrio en manguito rotador como consecuencia de la ejecución del gesto deportivo del tenis de campo y factor predisponente para lesiones en la articulación. Esta se realizará en una población de jugadores colombianos entre 12 y 16 años en los cuales no existen antecedentes que permitan evidenciar esta condición. El estudio se llevará a cabo en deportistas de la selección A de la liga Vallecaucana de tenis, a los cuales se les hará el proceso de evaluación para cuantificar la fuerza a nivel de la musculatura del manguito rotador, con lo cual pretendemos verificar la presencia de desequilibrios como posible factor de riesgo para la ocurrencia de lesión.

A partir de los hallazgos que arroje la investigación, se planteará un programa de entrenamiento de fuerza ajustado para las condiciones de esta población, el cual puede ser ejecutado en futuras investigaciones y comprobar los efectos sobre los valores iniciales de nuestra evaluación. Se implementará un estudio transversal donde se tomarán medidas bilaterales de fuerza para cada movimiento rotacional en la articulación glenohumeral y de esta forma evaluar los músculos de manguito rotador.

1. PLANTEAMIENTO - PREGUNTA PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las lesiones en el tenis representan alteraciones que inciden en el rendimiento de los jugadores [4]. Estas se definen como *cualquier problema musculoesquelético (traumático o por sobre uso) ocurrido recientemente debido a la competición o entrenamiento y que tiene como consecuencia la ausencia de la competición o el entrenamiento [4]*. Lo anterior se traduce en tiempo y dificultad en la recuperación de las habilidades previas a la lesión.

Las lesiones se pueden ocasionar comúnmente en determinados estadios del ciclo vital, directamente relacionado con el tiempo de práctica o experiencia en el deporte. Dentro de una población de tenistas españoles se concluye que las alteraciones crónicas degenerativas corresponden a personas adultas mientras que las lesiones agudas sobre el tejido blando de origen traumático se presentan en una población más joven [5]. La mayor incidencia de lesiones corresponde al miembro inferior, seguido del tronco y finalmente miembro superior, pero se ha prestado especial atención al estudio de lesiones de miembro superior[5] por la técnica en la que se configura el deporte.

Priest y Nagel [6] reportaron en 84 tenistas de clase mundial, la historia de lesión en el hombro dominante, que alguna vez afectó el desempeño durante el juego, encontrando 74% para hombres y 60% para mujeres. Por lo anterior es importante comprender los componentes que inciden en los movimientos que en la articulación se generan por la técnica específica del deporte, las condiciones físicas del jugador y las demandas de la competencia. Para así identificar factores de riesgo que favorezcan la aparición de alteraciones musculoesqueléticas.

Los factores de riesgo propios de los jugadores corresponden a características intrínsecas de la articulación, incluyéndose la fuerza, flexibilidad y movilidad articular [7]. Las deficiencias en dichos factores están comúnmente asociadas a lesiones por uso excesivo, como es el caso del tenis donde el hombro se

encuentra sometido a altas cargas y fuerzas sobre sus estructuras, durante la ejecución del gesto deportivo, generando riesgo de lesión. La mayoría de las lesiones de hombro reportadas, son producto del proceso de sobrecarga crónica que aumenta la susceptibilidad a la aparición del daño. Debido a esto el dolor crónico de hombro es generado por adaptaciones específicas del deporte, lo que tiene influencia en los movimientos propios de la técnica del tenis y en la biomecánica en la articulación, provocando alteraciones en la misma. [8]

Ellenbecker y Cols [9] relacionan las lesiones que se presentan en los jugadores con desequilibrio muscular en la articulación. Según Ellenbecker y Roetert [10], concluyen de su estudio que el mayor desequilibrio muscular que presentan los tenistas a nivel del hombro, es en la musculatura implicada en la rotación de este. Ya que los rotadores internos del hombro, son muy fuertes en comparación a los músculos que hacen que este rote externamente. Sin embargo Saccol y cols. en su estudio resalta que la fuerza de los rotadores externos debe ser mayor que los internos para realizar una desaceleración efectiva de la fuerza concéntrica producida por los rotadores internos y las demás fuerzas asociadas a la naturaleza dinámica del movimiento durante el servicio [11].

La detección temprana de estas diferencias en la fuerza, permiten establecer las relaciones funcionales para el hombro entre rotadores internos y externos. Por lo cual es importante que los deportistas tengan una proporción adecuada de la fuerza excéntrica de los antagonistas frente a la concéntrica de los agonistas, condición que es crítica para la estabilidad dinámica y óptima función de la articulación glenohumeral [11]. Para restaurar las adaptaciones que se producen por el gesto técnico, Cools y cols. [12] sugieren un entrenamiento muscular desde edades tempranas, para contrarrestar los efectos de dicho desequilibrio. Este fortalecimiento se debe complementar con una óptima estabilización escapular en ambos miembros superiores y una adecuada movilidad articular, donde la flexibilidad y la amplitud articular, favorezcan el rendimiento técnico sin alteraciones morfológicas y biomecánicas, para permitir reducir el riesgo de lesión.

Las alteraciones de la articulación del hombro derivadas de la práctica deportiva del tenis se han identificado como un campo aun no explorado en la liga de tenis del Valle del Cauca, por lo cual, la implementación de un proceso evaluativo de la fuerza de la musculatura del maguito rotador, sería un punto de partida para evidenciar la presencia de desequilibrios que pueden ser manejados a partir de la adecuada detección y correlación de estos factores en el potencial de lesión. Esto con el fin de evitar el sobreesfuerzo que genera un entrenamiento técnico exigente y una preparación física aún no direccionada a la necesidad de entrenamiento en potencia muscular en una edad temprana.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe desequilibrio muscular entre rotadores externos e internos a nivel de la articulación glenohumeral en jugadores de tenis de 12 a 16 años de la liga Vallecaucana de Tenis de campo?

1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

-¿Cuáles son las condiciones sociodemográficas de los tenistas de 12 a 16 años de la liga Vallecaucana de Tenis de campo?

-¿Cuál es la diferencia de fuerza de los músculos rotadores externos e internos en el miembro superior dominante y no dominante en tenistas de 12 a 16 años de la liga Vallecaucana de Tenis de campo?

-¿Cuál es la relación de fuerza de los músculos rotadores externos e internos entre el miembro superior dominante respecto al miembro superior no dominante en tenistas de 12 a 16 años de la liga Vallecaucana de Tenis de campo?

2. JUSTIFICACIÓN

Generalmente en el entrenamiento del tenis de campo lo que se persigue es perfeccionar la técnica hasta donde sea posible dependiendo de las condiciones de cada deportista, por lo cual encontramos diferencias en cuanto al dominio de la técnica en aspectos específicos de la misma.

Blandón J.A [13] en su monografía señala que el tenis de campo es un deporte que en el medio latinoamericano y especialmente colombiano no ha tenido un desarrollo integral y generalmente se ha practicado desde componentes muy técnico tácticos. Cuando se hace una consulta bibliográfica acerca de los componentes físicos de este deporte a nivel de Latinoamérica se encuentra muy poco material, Argentina es quizás, el país que presenta un material interesante acerca del tema y es además el país de América Latina que presenta el mayor número de jugadores dentro de los cien primeros del ranking mundial de tenis de campo.

Teniendo en cuenta esto, es importante considerar que para mejorar la técnica, se debe conocer las condiciones físicas de los deportistas, que además de mejorar su rendimiento deportivo también se convierte en un factor protector de lesiones que resultan de una mala ejecución.

Teniendo en cuenta que comúnmente las lesiones que se presentan en tenistas de campo se da a nivel de miembro superior, más específicamente en la articulación del hombro, es interesante evaluar las condiciones de ésta articulación en cuanto a fuerza muscular como base de formulación de programas de entrenamiento de estas condiciones y así mejorar la técnica de los deportistas, al tiempo que se aporta a la prevención de lesiones musculoesqueléticas.

Un estudio realizado por Farinatti y cols. [14], demuestra que parece haber un mayor rango de movimiento en la rotación externa de hombro con la práctica continua de tenis, paralelo a la disminución del rango en otros movimientos, que está estrechamente relacionado con la técnica deportiva. El hecho de que el tenis

sea una actividad esencialmente unilateral tiene consecuencias sobre el rango de movilidad de los deportistas, ya que se encontró que hay una disminución de los rangos articulares del miembro superior dominante, especialmente en la rotación interna del hombro.

Por otra parte, los resultados del estudio realizado por Ellenbecker y cols. [15], muestran que se encontró una diferencia significativa en las extremidades de los jugadores de elite junior en cuanto a la rotación interna del hombro, la cual fue significativamente menor en la extremidad dominante. Este hallazgo apoya estudios previos que midieron el rango de movimiento de rotación en los jugadores de tenis de elite, en los que había pérdida progresiva de rotación interna.

Las deficiencias en el rango de movilidad que se encuentran en los jugadores de tenis van aumentando a medida que pasan más tiempo practicando el deporte, lo cual no solamente puede dar lugar a una técnica defectuosa sino también a la aparición de lesiones musculoesqueléticas [16]. Teniendo en cuenta esto, es muy importante evaluar este aspecto desde que los deportistas se encuentran en su proceso de formación para prevenir en lo posible estas situaciones.

Pero no solamente es la rotación interna del hombro la que se ve afectada con la práctica del tenis, en los estudios que examinan la amplitud de movimiento del hombro, se ha encontrado que hay una disminución en la gama total de movimientos del hombro que se va haciendo progresiva con la edad y con los años de práctica del deporte [13].

Según un estudio realizado por Lucado y cols. [17], las limitaciones en la rotación interna del hombro resultan en un aumento de las fuerzas a través del codo. Los jugadores de tenis pueden compensar la falta de rotación interna del hombro con una extensión excesiva de muñeca, lo cual aumenta la carga a los músculos extensores de muñeca y contribuye a la aparición de patologías como la epicondilitis lateral o codo de tenista. Así mismo, la debilidad de los músculos del manguito rotador, conducen a la aparición de pinzamiento.

La experiencia clínica y también los resultados de los estudios de prevención en otros deportes [13-17] sugieren que el entrenamiento físico dirigido específicamente a los movimientos que propician la aparición de lesiones, puede conducir a resultados beneficiosos en la prevención de las alteraciones musculoesqueléticas.

En cuanto a fuerza muscular, se ha encontrado que los músculos rotadores internos del hombro en los jugadores de tenis son músculos bastante fuertes, mientras que los rotadores externos son generalmente débiles y poco resistentes, lo cual se traduce en un desequilibrio que puede conducir a lesiones. Unos rotadores externos fuertes son necesarios no sólo para estabilizar adecuadamente el hombro sino que también juegan un papel muy importante en la desaceleración después de realizar el servicio y por lo tanto son propensos a lesiones [18].

De acuerdo a la teoría de Burkhart, durante la ejecución de servicio en tenis, la capsula posterior se somete a fuerzas de distracción, las cuales deben ser resistidas por la capsula posteroinferior y la fuerza de compresión de los músculos del manguito rotador, especialmente el músculo infraespinoso por medio de la contracción excéntrica del mismo. Debido a la contracción excéntrica se producen cambios adaptativos en el vientre muscular que conducen a una disminución de la tensión activa y aumento en la tensión pasiva, lo cual a su vez conlleva a sobrecarga de la capsula posterior. Esto se traduce en hipertrofia de la capsula articular y disminución de la flexibilidad [19].

Las alteraciones que se presentan a nivel del rango articular junto con el desequilibrio en la fuerza conducen a un evidente aumento de los riesgos de lesión a nivel de la articulación del hombro, que puede ser reducido mediante la intervención sobre estos factores.

Los jugadores de la Liga Vallecaucana de Tenis de Campo, según la información suministrada por los entrenadores, actualmente llevan a cabo una rutina de entrenamiento encaminada a la ganancia de fuerza muscular de miembros superiores y una repetitividad del gesto técnico, sin incluirse con regularidad,

ejercicios estructurados y progresivos para la ganancia de fuerza-potencia, de acuerdo a las necesidades individuales de los integrantes del grupo encontradas en una evaluación específica.

A partir de esto se identifica la necesidad de evaluar la condición actual en la población en cuanto fuerza muscular de la musculatura de manguito rotador de la articulación glenohumeral. Estos datos son necesarios para corroborar los planteamientos teóricos de los diversos autores descritos anteriormente, donde se postula el desequilibrio muscular y alteraciones en los rangos de movilidad como factores de riesgo que deben ser detectados tempranamente. Su importancia surge en una población con una carga de entrenamiento que expone a la articulación a altas exigencias por la ejecución repetitiva del gesto técnico.

Ante el riesgo que tienen los jugadores de tenis, es pertinente el planteamiento de un programa de entrenamiento que aporte a la prevención de la aparición de sintomatología vinculada al estrés al que se ven sometidas las estructuras que intervienen en la ejecución del deporte, estructuras que a esta edad se encuentran en proceso de maduración, lo cual hace de esta una etapa óptima para potencializar y evitar en lo posible alteraciones por sobreuso. Por una parte, el entrenamiento apunta al bienestar de los deportistas en la medida que busca intervenir sobre las condiciones encontradas en la población, y por otro lado garantizar a los tenistas un estado óptimo en el que aumentemos las posibilidades de avanzar en su carrera deportiva.

Como en cualquier otro deporte, el proceso de desarrollo de la fuerza en el jugador de tenis presenta unas fases sensibles que deben ser respetadas. Según diferentes autores, entre ellos González Badillo, consideran que a partir de los 12 a 14 en hombres y de los 11 a 13 años en mujeres, es la edad prudente para empezar el entrenamiento de la fuerza potencia y del desarrollo muscular [18].

Faigenbaum y cols. demuestran que, con el entrenamiento de fuerza en edades tempranas, se obtiene ventajas a nivel de fortalecimiento de las estructuras de

soporte, previniendo lesiones de estructuras musculo-ligamentosas y realzando el equilibrio muscular alrededor de las articulaciones [18].

No es suficiente perfeccionar la técnica cuando tenemos deportistas que no cuentan con las herramientas suficientes para mantener el nivel en la medida, no solo de evitar en lo posible la aparición de lesiones que puedan afectar su rendimiento sino que además no cuentan con las condiciones físicas necesarias para mantenerse o mejor aún, avanzar en la práctica del deporte a un nivel que no sólo provee satisfacción sino también más oportunidades.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la fuerza muscular de los rotadores externos e internos a nivel de la articulación glenohumeral en jugadores de 12 – 16 años de la selección A de la Liga Vallecaucana de Tenis de Campo

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las características sociodemográficas del grupo de tenistas de 12 a 16 años de la selección A de la liga vallecaucana de tenis.
- Comparar los niveles de fuerza muscular entre rotadores internos y externos de hombro en el miembro superior dominante y no dominante
- Comparar la fuerza cuantificada del miembro superior dominante respecto al no dominante.

4. MARCO TEÓRICO

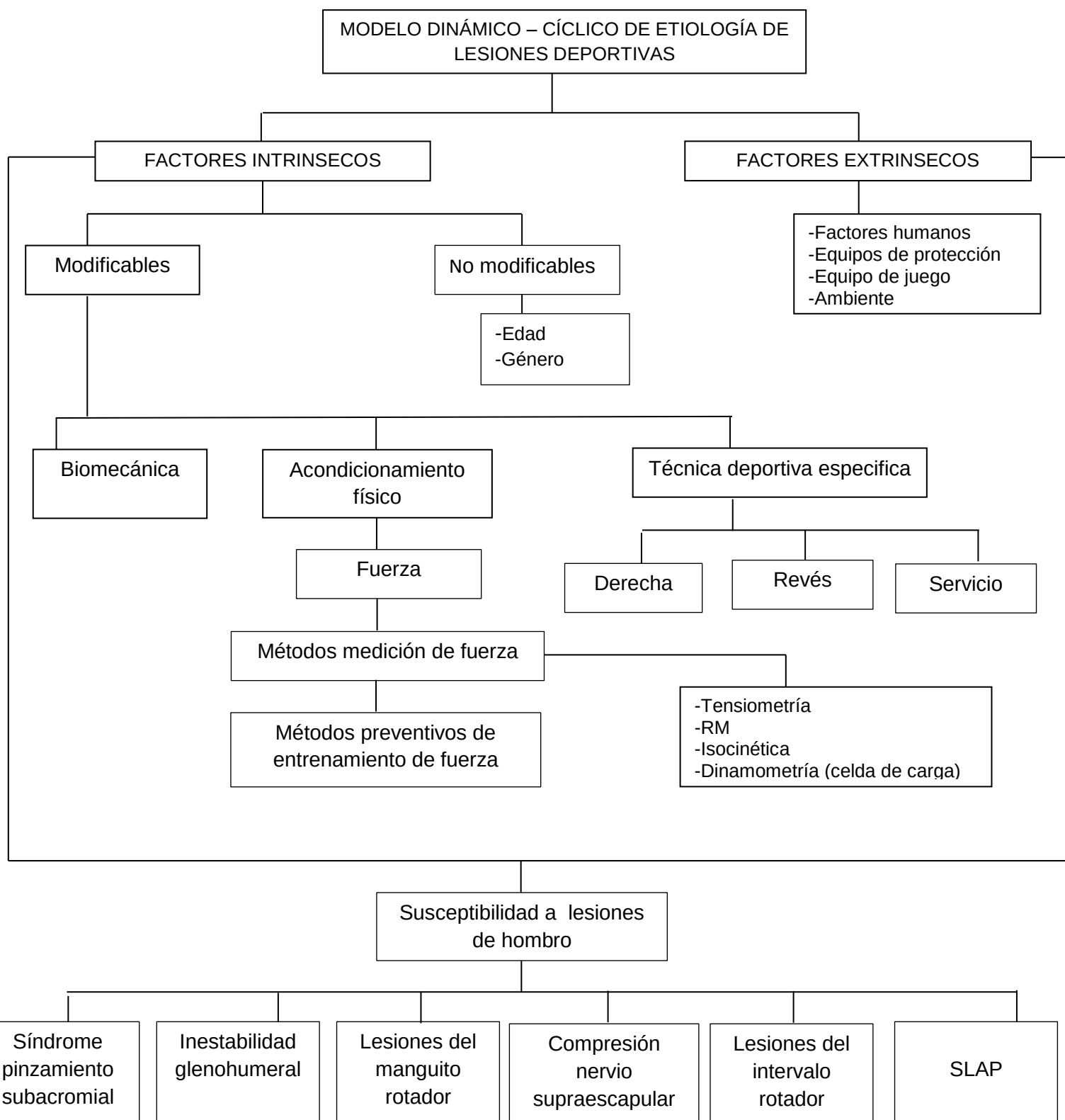
4.1. ESTADO DEL ARTE

Existen estudios que informan de las adaptaciones específicas de rotación de la articulación glenohumeral y las alteraciones musculares en el balance de los músculos del manguito rotador [8]. Por su parte Chandler y Cols. [20] midieron los rangos activos de rotación interna y externa en 90° de abducción en jugadores elite entre 12 y 21 años, donde encontraron una disminución significativa en la rotación interna (65° vs 76 °) en el miembro superior dominante, frente a una mayor rotación externa (100° a 103°). De igual forma Ellenbecker [21] en su estudio midió jugadores elite entre 11 a 14 años estabilizando escápula, hallando más rotación externa en el miembro superior dominante de los hombres y menor rotación interna tanto para hombres como mujeres en hombro dominante. Posteriormente en una investigación de Ellenbecker y cols. [22] evaluó 117 jugadores elite hombres, en los que se evidenció la reducción en la rotación interna (45° vs 56°) con una disminución del rango total de movimiento en el hombro dominante (149° vs 158°)

En cuanto fuerza muscular Koziris [23] en su estudio usó un dinamómetro isocinético para medir la fuerza en rotación interna, externa flexión y extensión de hombro en jugadoras adultas de tenis, encontrando una fuerza significativamente mayor en rotación interna, extensión y flexión del hombro dominante, sin encontrar diferencias con la fuerza de rotación externa en ambos miembros superiores. Se halló un déficit relativo en fuerza de rotación externa, sin embargo comparativamente hubo menor fuerza para rotación externa y rotación interna unilateral del hombro dominante. Por su parte tanto Koziris y cols. [23] como Chandlers y cols. [20], tuvieron resultados similares en cuanto a la fuerza superior en rotadores internos en el lado dominante sin diferencias en rotación externa en ambos miembros superiores.

Reconociendo la influencia del desequilibrio muscular en la aparición de inestabilidad sutil, relacionada con la sintomatología en hombro de tenistas jóvenes de alto rendimiento, Abrams G. y Cols. [24] reportan la presencia de dolor en el 24% de jugadores de tenis de alto nivel entre los 12 a 19 años, con la creciente prevalencia de 50% para los participantes de mediana edad. Ante esto se ha identificado la necesidad de implementar entrenamientos de fuerza focalizada en músculos del manguito rotador como el supraespinoso, terete menor y en cintura escapular el deltoides posterior, evaluando los cambios entre la fuerza inicial y final [25]. Los estudios anteriores resaltan la importancia de la evaluación que permita conocer el perfil de fuerza muscular, con esto identificar el riesgo y diseñar mecanismos de prevención que den cuenta de los cambios en esta característica a través de la medición.

4.2. REFERENTE TEÓRICO



4.2.1. MODELOS DE ETIOLOGÍA DE LESIONES DEPORTIVAS

La práctica deportiva es toda aquella actividad física que involucra una serie de reglas o normas, asociado a la competitividad y es definido por las capacidades físicas con las que cuenta el deportista para la ejecución de un deporte determinado que además se convierten en indicadores de la funcionalidad en la práctica deportiva [18].

El riesgo de presentar lesión durante la práctica deportiva, se encuentra determinado por factores que interactúan entre sí, condicionando la aparición de esta. Meeuwisse [26, 27] propone en su modelo dinámico de etiología de la lesión deportiva, dos tipos de factores, los intrínsecos que dependen directamente del individuo y los extrínsecos relacionados con agentes externos del ambiente en el que se desenvuelve el jugador. Estos interactúan entre sí generando susceptibilidad a la lesión; sin embargo la presencia de los riesgos no es suficiente para generar la injuria, debido a que es necesario un evento que lo induzca (situación de juego, programas de entrenamiento, etc.).

Los factores intrínsecos se clasifican en modificables y no modificables (edad y género). Dentro de los modificables encontramos la composición corporal (medidas antropométricas, tejido graso, densidad ósea), estado de salud (antecedente de lesión e inestabilidad articular), factores hormonales, factores nutricionales, factores tóxicos, enfermedades metabólicas, farmacología, alineamiento corporal, técnica deportiva, anatomía y acondicionamiento físico. Por su parte en los factores extrínsecos, se ubican los factores humanos (compañeros de juego, oponentes, jueces), equipos de protección, equipo de juego (raqueta, zapatillas), ambiente (clima, diferentes superficies de juego) [27,28].

Meeuwisse [26] al actualizar su modelo tomó en consideración las adaptaciones y microtraumatismos que se generan en las estructuras, como respuesta a la exposición repetida a un riesgo. Por lo cual resalta que así los atletas estén ante condiciones extrínsecas constantes, la predisposición producida por los intrínsecos determina el grado de susceptibilidad al que se enfrenta. Cuando el

deportista es sometido a un evento potencialmente desencadenante, puede que presente la lesión y requerir de una intervención que le lleve a recuperarse. Al ser intervenido sus factores intrínsecos cambian y su predisposición también, fenómeno que interactúa con la modificación de los factores extrínsecos en el momento del reintegro deportivo, configurándose así una nueva susceptibilidad.

El ciclo puede darse por la exposición a un evento, ante el cual se produzcan adaptaciones morfológicas que no sean sintomáticas, pero inducen a la modificación del riesgo intrínseco. Dicho riesgo al interactuar con otro riesgo previo, por ejemplo la biomecánica repetitiva, lleva a una lesión potencial. Por tal razón el nivel de riesgo que representa un factor intrínseco cambia con las adaptaciones agravantes o con aquellas que inducen mejoras. En el caso de estar alterada la técnica deportiva (revés, derecha, servicio) estructuras anatómicas o acondicionamiento físico (fuerza), las acciones preventivas como el fortalecimiento (factor extrínseco) puede reducir el riesgo intrínseco que provoque la debilidad muscular o desequilibrios entre grupos musculares [26].

El autor resalta dentro de su modelo el papel de la prevención, desde las acciones encaminadas a la identificación de los riesgos en factores intrínsecos, por lo cual se hace necesaria la vinculación de métodos apropiados de medición que objetivamente muestren el nivel de riesgo y conduzcan al planteamiento de estrategias tempranas. Estas estrategias deben ajustarse a los requerimientos individuales, de acuerdo al nivel de juego, a la misma variabilidad de los factores generada por la interacción de los mismos y a la influencia de estos sobre las patologías comunes del deporte específico [26].

Entre estas capacidades físicas fundamentales para el rendimiento deportivo y la prevención de lesiones durante la práctica deportiva tenemos, la fuerza muscular.

4.2.2. FUERZA

Desde la visión deportiva se le denomina fuerza a la capacidad de vencer resistencia como resultado de la contracción muscular. Adicionalmente

encontramos un tipo de fuerza llamada fuerza potencia donde se vence la resistencia con una contracción de mayor velocidad y por lo tanto genera velocidad máxima en el despegue, liberación o impacto [13].

A pesar de que el rendimiento final en tenis no está condicionado por un solo factor sino que en él priman una multitud de factores físicos, técnicos, tácticos, psicológicos, etc., en el tenis moderno la potencia en los golpes, la reacción y la velocidad de desplazamiento sobre distancias muy cortas tienen una gran repercusión en el juego sobre los demás componentes, en este sentido el entrenamiento de fuerza reclama su importancia de por sí, puesto que es la base tanto para el desarrollo de potencia como para el desarrollo de velocidad [18].

Un gran número de lesiones deportivas está directamente relacionado con la falta de fortalecimiento y flexibilidad muscular y con la desproporción de fuerzas entre la musculatura agonista y la antagonista. En el tenis, aunque no se movilizan grandes pesos, las acciones que se ejecutan son totalmente explosivas, con una gran demanda de fuerza rápida en ejecuciones intermitentes en donde el sistema musculo-articular se ve continuamente sometido a tensiones y distensiones bruscas que revierten una gran presión sobre el propio músculo, los tendones, los ligamentos y las capsulas articulares [18].

4.2.2.1. Fuerza potencia

La fuerza potencia se define como la capacidad para generar la máxima fuerza en el menor tiempo posible. La potencia es muy importante en algunas actividades deportivas en las que el deportista debe vencer cargas en el menor tiempo posible para producir un resultado favorable.

Para la producción de máxima potencia se requiere como cualidad fundamental altos niveles de fuerza. Personas con fuerza tienen características neuromusculares que favorecen el desarrollo de la potencia, como el área transversal, incremento de miofibrillas tipo I y disminución de fibras tipo II,

aumento ángulo de penetración, longitud del fascículo y mejor coordinación neuromuscular, lo anterior está relacionado con la velocidad de generación de fuerza de un músculo [29].

También es muy importante tener en cuenta que el sistema osteomuscular puede aumentar el riesgo a presentar lesiones cuando no presenta la suficiente resistencia para la demanda impuesta por el deporte, lo cual provoca un desequilibrio en la fuerza muscular que altera la estabilidad de las articulaciones incrementando el riesgo a lesionarse por la debilidad en los tejidos blandos alrededor de la articulación.

4.2.2.2. Métodos para medir la fuerza muscular

La fuerza de un músculo o un grupo determinado de estos se puede medir por medio de diferentes métodos.

- ✓ Repetición máxima (RM): es un método muy utilizado puesto que no requiere ningún manejo tecnológico en cuanto a dispositivos se refiere. Para realizar este análisis simplemente es necesario contar con algunas barras y discos disponibles en el gimnasio. Generalmente este test sirve para determinar cuál es la cantidad máxima de peso que una persona puede desarrollar en un ejercicio, ejecutando una sola repetición. Esto es de gran importancia; ya que a partir de los resultados, se pueden diseñar planes personalizados de entrenamiento para cada individuo según su objetivo específico.
- ✓ Tensiometría: Generalmente son dispositivos que miden la fuerza con el principio de compresión. Cuando aplica la fuerza externa al dinamómetro este se comprime y el medidor nos muestra el resultado.

- ✓ Métodos isocinéticos: Un dinamómetro isocinético es un dispositivo de alta tecnología que permite ejecutar la medición de la fuerza máxima de un individuo en cualquier fase del movimiento. Lo interesante del aparato es que permite medir la fuerza de la persona inmediatamente esta genera la tensión; ya que el dispositivo está diseñado para generar la fuerza opuesta a la realizada en cualquier momento automáticamente. La evaluación isocinética si bien representa un criterio objetivo para la determinación de cualidades musculares posee una serie de limitaciones dadas por las características del dispositivo. Mide la fuerza de torque (FT) en unidades Newtons metro (N.m). El principio fundamental del mismo consiste en el ajuste a velocidad constante del sistema, que posee un frenado electromecánico, de manera que si se le aplica una fuerza mayor devolverá una resistencia mayor a efectos de mantener la velocidad constante a la que fue fijado el dispositivo. Habitualmente se evalúa a 60, 180 y 300°/segundo. en contracción concéntrica y excéntrica.
- ✓ Evaluación de fuerza isométrica con celda de carga: La celda de carga es un dispositivo de medición de fuerza estática que puede adosarse a un instrumento, por ejemplo a la camilla de cuádriceps-isquiotibiales. Es un transductor que es utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica, esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma una resistencia embebida en el dispositivo conocido como galga extensiométrica. La galga extensiométrica convierte el desplazamiento o deformación en señales eléctricas y los valores resultantes en términos de deformación producida por la fuerza transmitida sobre la carga, se convierte a kilogramos [30].

Una celda de carga por lo general se compone de cuatro galgas extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone, el cual es un dispositivo utilizado para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio

de sus brazos. Entre dos puntos opuestos del puente se aplica un voltaje específico y la deformación mecánica de la celda generara una variación en milivoltios proporcional al voltaje aplicado y a la carga [30]. Los valores obtenidos en términos de deformación, producida por la fuerza ejercida sobre la carga, son convertidos a kilogramos.

Tipos de Celda de carga:

- Resistiva
- Piezoeléctrica
- Capacitancia
- Analógica
- Digital

Entre los usos más comunes de las celdas de cargas, está la medición de fuerzas. Para que los transductores puedan convertir esta fuerza mecánica en una señal eléctrica proporcional, deben contar con los siguientes parámetros básicos [30]:

- Capacidad: Es la cantidad de fuerza que puede soportar una celda; su valor es expresado generalmente en libras.
- Señal vs Excitación: Es el parámetro que indica el nivel de voltaje de la señal, con carga plena y con un voltio de alimentación.
- Carga mínima: Es la fuerza mínima que debe aplicarse a una celda para que el voltaje de la señal sea confiable.
- Precisión: Entre mayor precisión tenga la celda nos brindará un valor más exacto de la fuerza medida.

Tipos de celda de carga en medición de fuerza [30]:

- Medición de fuerza por flexión: Es una de las más utilizadas a nivel comercial gracias a su diseño más simple y su bajo costo.
- Medición de fuerza por compresión: Se utiliza generalmente para la medición de grandes fuerzas, por ejemplo el peso de vehículos de carga.

- Medición de fuerza por tensión: Se utiliza para “colgar” los elementos a los cuales se les quiere medir el peso
- Medición de fuerza por corte y cizalladura: Poseen dos puntos de apoyo, uno en cada extremo; la fuerza se aplica en la mitad de dichos puntos, como tratando de cortar una cizalla.

4.2.2.3. Componentes del entrenamiento

El entrenamiento deportivo consta de una serie de procesos, indispensables para llevar a cabo una buena ejecución deportiva. Esta se inicia con una fase de calentamiento previa de 10 a 15 minutos con movilidad articular, estiramiento adecuado (duración y posición correcta) focalizándose en los segmentos a trabajar y realizar acondicionamiento aeróbico.

Se continúa con el objetivo de desarrollar una ejecución de la técnica hasta que sea correcta, por lo cual mientras se interioriza, se trabaja con poca resistencia incrementándola en 10% cada vez, usando de 8 a 15 repeticiones. La duración de 20 a 30 minutos como mínimo con una frecuencia de 2 a 3 días como máximo pues se conserva los beneficios sin producir lesiones por sobreuso [31].

El entrenamiento preferiblemente se diseña de manera periodizada, pues genera mejores beneficios que aquellos que no son periodizados, esto se refiere al aumento de carga de manera paulatina para evitar la acomodación, el porcentaje de mejoras abarca de 22% y un 36% para periodizados mientras que el no periodizado sólo del 14% al 17% [32]. Los efectos comprenden el incremento de fuerza, potencia o velocidad y composición corporal de acuerdo a la especificidad del entrenamiento o sea la selección de grupos musculares y cualidades físicas deseadas.

Kraemer y Fleck [32] recomiendan para un entrenamiento periodizado llevar a cabo estos pasos:

1. Durante el entrenamiento, en sus diferentes fases, hacer seguimiento sobre el nivel de fatiga que presentan para realizar las modificaciones pertinentes
2. Durante el entrenamiento evaluar el rendimiento esto debe hacerse cada día de la intervención.
3. En cada día de entrenamiento realizar un control sobre la cantidad de carga y su relación con el rendimiento con las series programadas, esto debe hacerse comparativo con los días anteriores.
4. De acuerdo a los resultados de los análisis de los días anteriores, se realiza en esta etapa las modificaciones pertinentes y reconocer los avances.
5. Se debe tener un plan general para cada mesociclo, es decir programar el entrenamiento de cada 7 a 10 días y hacer control sobre el mismo de acuerdo a los resultados arrojados por la aplicación de los anteriores, es decir un programa de periodización flexible.

Estos autores indican que si el deportista parte de una condición física adecuada, la aplicación de entrenamiento que tengan una programación específica e inespecífica dispuesta de forma flexible y periodizada, posibilita la conservación de la condición física y mejorar la potencia muscular [33].

4.2.2.4 Entrenamientos preventivos

4.2.2.4.1. Entrenamiento Excéntrico

En función de la relación existente entre tensión desarrollada y la resistencia a vencer, podemos establecer diferentes tipos de contracción muscular, la isotónica y la isométrica.

Las contracciones isotónicas son aquellas en el que la fibra muscular además de contraerse modifica su longitud, obteniendo en el elemento elástico la tensión necesaria para elevar un peso determinado. Esta tensión será constante durante la contracción mientras que visiblemente el músculo se acorta o se estira. Si durante la tensión el musculo se acorta se denomina contracción isotónica

concéntrica y por otro lado si durante la tensión el músculo se elonga recibe el nombre de contracción isotónica excéntrica.

Durante la contracción excéntrica el músculo aumenta su longitud, este mientras se alarga produce un frenado del movimiento y un trabajo negativo, por tanto para lograr una activación excéntrica de los músculos, es necesario que previamente se ejecute una contracción concéntrica o trabajo positivo.

Para lograr un fortalecimiento muscular a partir de programas de entrenamientos basados en contracciones excéntricas podemos usar diferentes implementos deportivos para obtener la resistencia adecuada. Una de las herramientas más utilizadas dentro del acondicionamiento deportivo son las bandas elásticas Theraband, las cuales son un sistema lineal de resistencia progresiva, que depende de la elongación a partir de la longitud original

Programas de fortalecimiento con Theraband han demostrado tener grandes beneficios para lograr un aumento de fuerza. Se ha evidenciado los beneficios de este trabajo en los músculos del manguito rotador en el hombro, comprobando que el entrenamiento usando bandas elásticas puede tener efectos beneficios sobre la fuerza y el rendimiento funcional en deportistas [34].

Page A, et al [35]., evaluó el fortalecimiento excéntrico del grupo muscular posterior del manguito rotador usando el Theraband en un patrón funcional del miembro superior en lanzadores juveniles de beisbol. Obteniendo aumento de la fuerza excéntrica para los músculos evaluados en comparación con el grupo control el cual no se intervino con Theraband.

4.2.2.4.2. Entrenamiento pliométrico

Entre los métodos de entrenamiento encontramos los ejercicios pliométricos, los cuales están caracterizados por un ciclo rápido de estiramiento-acortamiento, realizados en el rango de movimientos del gesto deportivo los hace efectivos para

mejorar la potencia en movimientos específicos del deporte [33]. Estos son llevados a cabo con alta velocidad, venciendo poca resistencia como el peso corporal o balones medicinales. Los ejercicios pliométricos producen adaptaciones en la unidad motora, activación y control intermuscular [13]

Está influenciada por un lado por factores de mecánica muscular, por factores morfológicos como el tipo de músculo, el área del mismo y propiedades del tendón. Factores neuromusculares como el reclutamiento de fibras, coordinación intermuscular y factores metabólicos que modifican el ambiente muscular [13].

1. **La mecánica muscular:** Relación fuerza-velocidad generada es condicionada por la relación longitud-tensión, influye sobre la habilidad de las fibras musculares para desarrollar fuerza. La elongación antes de la activación favorece la contracción siguiente [13].
2. **Tipo de acción muscular:** La combinación de contracción excéntrica y posterior concéntrica, constituye la base del ciclo estiramiento-acortamiento. Este se basa en que el músculo requiere tiempo para la producción de fuerza, la cual se provee con la contracción excéntrica para almacenar energía para la siguiente contracción concéntrica [13]
3. **Almacenamiento y utilización de la energía elástica:** En esta radica la importancia del ciclo estiramiento-acortamiento, pues la contracción máxima producida se da a partir del almacenamiento de la energía en los componentes elásticos tras el estiramiento y consiguiente uso de la energía, lo cual incrementa la energía mecánica mientras se realiza contracción concéntrica [13]

Revisada la fuerza en general a continuación se abordará desde el ciclo vital, para niños y adolescente.

4.2.2.4.3. Entrenamiento de fuerza para niños y adolescentes

El entrenamiento de fuerza se refiere al empleo de formas de resistencia para generar e incrementar la fuerza. Se realiza con progresión de las cargas iniciando

sin carga, el peso del cuerpo, dispositivos que opongan resistencia y máquinas [31].

Para obtener buenos resultados, el entrenamiento debe ser estructurado, tener una duración de al menos 8 semanas y realizarse durante 2 veces a la semana y adicionalmente tenerse en cuenta las siguientes variables: frecuencia, modo (tipo de resistencia), intensidad y tiempo de descanso [35].

Este entrenamiento puede ser preventivo dirigido a fortalecer regiones vulnerables para proveer el balance y estabilidad en las articulaciones.

Como en cualquier otro deporte, el proceso de desarrollo de la fuerza en el jugador de tenis presenta unas fases sensibles que deben ser respetadas. En la siguiente tabla se encuentran varios planteamientos de las principales características para su entrenamiento, según la edad, en criterio de diferentes autores [18].

Tabla 1: Posibilidades de entrenamiento según tipo de fuerza en edades infantil y juvenil y desarrollo de habilidades deportivas

Tipos de entrenamiento, tipos de fuerza.	Edad	
	Hombres	Mujeres
Inicio para poder desarrollar la fuerza explosiva con elementos propios del deporte (raquetas, pelotas, etc.)	A partir de unos 7/8 años	A partir de unos 7/8 años
Inicio del desarrollo muscular	A partir de unos 9/11 años	A partir de unos 9/11 años
Mayor entrenamiento de la fuerza explosiva y del desarrollo muscular.	A partir de unos 12/14 años	A partir de unos 11/13 años
Inicio del “entrenamiento combinado”	A partir de unos 13/15 años	A partir de unos 12/14 años
Se comienza a poder entrenar la coordinación intramuscular y la fuerza resistencia.	A partir de unos 13/15 años	A partir de unos 12/14 años
Mayor entrenamiento de la coordinación intramuscular y de la fuerza potencia.	A partir de unos 16/17 años	A partir de unos 13/15 años

Entrenamiento de máximo rendimiento.	A partir de unos 17 años	A partir de unos 16 años
--------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Tomada de Grosser y otros, 1989, con modificaciones a partir de González Badillo y Gorostiaga, 1989, y González Badillo y otros, 1999

4.2.2.4.4. Riesgos del entrenamiento de fuerza

Se reporta que las lesiones producidas durante el entrenamiento están asociadas a falta de supervisión, técnica y equipos con cargas inadecuadas, por lo cual, cuando se hace de manera correcta no se presentan efectos adversos en las placas de crecimiento y sistema cardiovascular. Sin embargo se debe tener especial cuidado con antecedentes de los deportistas jóvenes, tales como la hipertensión, pues durante el entrenamiento se puede dar un aumento de esta y el deportista no contar con mecanismos de control.

Igualmente se debe consultar con especialista los riesgos y cuidados cuando se tiene alguna de las siguientes condiciones: cardiopatías congénitas, síndrome de Marfán, trastornos convulsivos, obesidad o hayan recibido quimioterapia y medicamentos cardiotóxicos; ya que durante un entrenamiento convencional puede producirse descompensación y cambios hemodinámicos negativos [36].

Es pertinente realizar una evaluación médica para identificar factores de riesgos para la producción de lesiones o alteración hemodinámica. Con la información anterior se formula el plan de entrenamiento teniendo en cuenta expectativas del deportista y padres, objetivos y las condiciones especiales del deportista [35].

Posterior a la revisión de la variable principal de este trabajo de grado, la fuerza, se desarrollará la descripción del gesto deportivo involucrado en el estudio.

4.2.3. GESTO DEPORTIVO EN EL TENIS DE CAMPO

El tenis requiere de una actividad motora muy compleja que involucra, por lo tanto la armonía de todos los segmentos corporales encaminados al mismo objetivo en función de la técnica deportiva. Pero sin duda, son los miembros superiores los que cobran mayor importancia en la ejecución durante la práctica deportiva y especialmente la articulación del hombro.

El hombro es el segmento proximal del miembro superior que une el brazo con el tronco. Este complejo anatómico, no solo representa la articulación glenohumeral, si no que se compone además de las articulaciones de la cintura escapular (figura N° 1) [37].

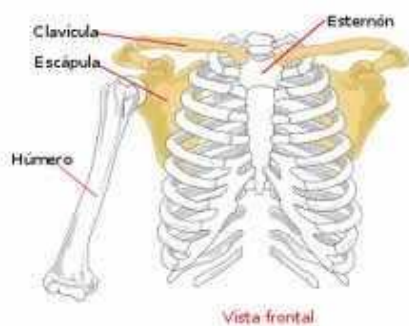


Figura N°1. Anatomía de la cintura escapular. La cintura escapular une el miembro superior al tórax y está constituida por la escápula y la clavícula. El esqueleto del miembro libre comprende el húmero, hueso del brazo que se articula con los dos huesos del antebrazo (ulna y radio).

El hombro es la articulación con mayor libertad para moverse. Y esto se debe a la laxitud de su cápsula articular. Al producir una gran cantidad de movimientos, se identifica como una de las articulaciones más móviles del cuerpo, esto hace que requiera de un componente estabilizador eficiente [38], compuesto principalmente por músculos, y en un segundo plano los ligamentos, a diferencia de otras articulaciones del cuerpo.

Las funciones biomecánicas del hombro pueden resumirse en: (1) Unir la extremidad superior al tronco dependiente de la posición del brazo y del control de los músculos rotadores, (2) proveer una movilidad extensiva del brazo en el

espacio y (3) proveer una estabilidad a las maniobras del codo y de la mano o a los movimientos de fuerza.

Se puede considerar que los movimientos de flexión y extensión, abducción y aducción, siempre se acompañan de movimientos escapulares y claviculares. El movimiento de la articulación del hombro se relaciona más con el movimiento del brazo hasta la posición horizontal, mientras que los movimientos de la cintura escapular, sobre todo los de la escápula, se relacionan más con el desplazamiento del brazo hacia una posición vertical. La asociación del movimiento del hombro y la cintura escapular también aumenta su potencia [39].

Comprendidos los componentes anatómicos estructurales de la articulación del hombro, a continuación se explicará su funcionamiento normal. Esto permitirá apreciar el riesgo de lesión ante la realización inadecuada de los movimientos para los que está diseñado.

4.2.4. BIOMECÁNICA DEL HOMBRO

A continuación se describirá los movimientos de la articulación glenohumeral entre los que se incluye: flexión, extensión, abducción, aducción, rotación lateral y medial y los movimientos de la cintura escapular, que ejecuta los movimientos de: abducción, aducción, elevación, depresión, rotación medial, rotación lateral.

Flexión y extensión: La amplitud del movimiento de flexión es aproximadamente 110°, y la de la extensión, 70°. Ambas amplitudes se extienden mediante movimientos de la cintura escapular para que la flexión de la extremidad superior respecto al tronco alcance 180° y la extensión solo exceda 90°. El movimiento de flexión se produce con las fibras anteriores del músculo deltoides, la cabeza de la clavícula y los músculos coracobraquial y bíceps. La extensión pasiva desde una posición de flexión se debe esencialmente a la contracción excéntrica de los músculos anteriormente mencionados. Sin embargo, más allá de la posición neutra, la extensión se produce por acción de las fibras posteriores de los

músculos deltoides, redondo mayor y dorsal ancho; a ellos se añade la porción larga del tríceps y las fibras externas del músculo pectoral mayor cuando se realiza una extensión activa desde una posición flexionada [39].

Abducción y aducción: La amplitud total de movimiento en la articulación del hombro es de 120°; pero sólo los primeros 25° se producen sin rotación de la escápula, por lo que entre los 20° y los 180° la rotación de esta aumenta la abducción del hombro en una relación 1:2. La porción terminal del movimiento de abducción de la articulación del hombro se acompaña de rotación lateral del húmero. No es posible un movimiento de aducción más allá de la posición neutra debido a la presencia del tronco.

La abducción se inicia con el músculo supraespinoso, el cual es necesario durante los primeros 20° y se continúa por acción de las fibras medias del músculo deltoides. A medida que avanza la abducción, los músculos redondo mayor y menor mantienen la cabeza del húmero hacia abajo contrarrestando el tirón del músculo deltoides. Junto con los músculos subescapular e infraespinoso, los músculos redondo mayor y menor estabilizan la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea. El movimiento de aducción se produce mediante la contracción excéntrica de los músculos serrato anterior, trapecio, deltoides y supraespinoso, bajo la acción de la gravedad. Si la aducción se ejerce contra una resistencia, entonces se produce un movimiento forzado con los músculos pectoral mayor, dorsal ancho y coracobraquial [39].

Rotación medial y lateral: El movimiento de rotación lateral se genera por acción de los músculos infraespinoso, redondo menor y las fibras de la porción posterior del deltoides, y tiene una amplitud máxima de 80°. La amplitud máxima de la rotación medial excede los 90°. El movimiento de rotación medial se produce con los músculos, subescapular, pectoral mayor, dorsal ancho, redondo mayor y las fibras de la porción anterior del deltoides. El movimiento de rotación está limitado por la extensión de las superficies articulares y por la tensión en la parte apropiada de la cápsula articular y la musculatura oponente. Además es el movimiento que

se ve afectado con mayor frecuencia por patologías o lesiones en la articulación del hombro [39].

Los movimientos de la cintura escapular se describen adoptando la posición anatómica en la que la escápula se halla oblicuamente encima de la segunda a la séptima costilla, sobre la pared posterior del tórax con la apófisis coracoides apuntando en dirección anterior. Los movimientos descritos son [39]:

1. Aducción: es el movimiento de la escápula mediante el cual su borde medial se aproxima a la columna vertebral. Los músculos que intervienen son el romboideo mayor, romboideo menor y trapecio.
2. Abducción: movimiento de la escápula hacia adelante y en torno a la pared torácica, como cuando se rodean los hombros. Esta acción se lleva a cabo por los músculos serrato anterior y pectoral menor.
3. Elevación: la cintura escapular se eleva hacia arriba como cuando uno se encoje de hombros. Intervienen las fibras superiores del trapecio y el elevador de la escápula.
4. Depresión: la cintura escapular se mueve hacia abajo.
5. Rotación lateral (hacia adelante): el ángulo inferior de la escápula se mueve lateralmente en torno a la pared torácica. Es efectuada por los músculos trapecio y serrato anterior.
6. Rotación medial (hacia atrás): movimiento mediante el cual la escápula vuelve a su posición de reposo desde la rotación lateral. Se lleva a cabo por acción de los músculos romboideos mayores, romboideo menor, pectoral menor y elevador de la escápula.

Las estructuras mencionadas cuya interacción configura la biomecánica del hombro, posibilitan el desarrollo de una técnica específica. El gesto deportivo se vale de la integridad de los componentes biomecánicos para desarrollar habilidades funcionales. Por lo cual el rendimiento deportivo es influenciado por las relaciones funcionales presentes entre los componentes estructurales, que

generan movimientos específicos y a su vez se enmarcan en una técnica con determinadas exigencias. A través de este proceso se genera una interacción entre factores intrínsecos del individuo que pueden resultar predisponentes a la lesión [40].

4.2.4.1. COMPONENTES DEL GESTO DEPORTIVO EN TENIS

4.2.4.1.1 El servicio

En el servicio de tenis se ha encontrado que la mayor contribución a la velocidad final de la raqueta se da en orden de importancia por: rotación interna del brazo, flexión de la muñeca, aducción horizontal, pronación del antebrazo.

Este golpe está constituido por 3 fases

1. Fase de inicio del movimiento: Es la preparación del golpe llevando la raqueta hacia atrás produciéndose un pre- estiramiento, lo que conlleva a la acumulación de energía elástica en los músculos: pectoral, deltoides anterior, tríceps, cubital anterior, recto y oblicuo abdominal no dominante [18].

Tabla 2. Biomecánica musculatura que interviene en la fase de inicio del servicio.

	Movimiento	Músculos implicados
Escápula	Aducción y Rotación superior	-Serrato mayor - Trapecio - Romboides - Bíceps (porción larga). - Deltoides - Supraespinoso - Infraespinoso y redondo menor - Tríceps braquial
Hombro	Flexión y abducción	
Codo	Flexión, pronación	
Muñeca	Extensión	

		- Dorsal ancho - Redondo mayor - Braquial anterior - Supinador largo - Pronador redondo - Palmar mayor - Cubital anterior
--	--	---

Estructuras anatómicas implicadas en la ejecución de los movimientos implicados en la fase de inicio del servicio.

2. Fase de acción del movimiento: En el cual el cuerpo se dirige hacia adelante y arriba para impactar la pelota, el brazo en flexión rota internamente con rapidez produciéndose una desaceleración por parte de los rotadores externos que ayuda a finalizar el movimiento [18].

Tabla 3. Biomecánica muscular de la fase de acción del movimiento en el servicio.

	Movimiento	Músculos implicados
Escápula	Abducción y rotación inferior	-Subescapular -Pectoral mayor -Redondo mayor -Dorsal ancho -Deltoides
Hombro	Extensión y aducción	
Codo	Extensión	
Muñeca	Flexión	

Estructuras anatómicas implicadas en la ejecución de los movimientos implicados en la fase de acción del movimiento en el servicio.

3. fase de terminación: saliendo del golpe por el lado izquierdo del cuerpo, el brazo izquierdo flexionado en el tronco, y el pie derecho sale hacia adelante para iniciar el movimiento de recuperación.

4.2.4.1.2 La derecha

La parte inicial parte del pre-estiramiento al preparar el golpe llevando la raqueta hacia atrás. La energía elástica (inicial) acumulada se convertirá en energía mecánica en el momento del impacto. Principalmente se acumula energía elástica

en el oblicuo externo abdominal y erectores espinales del lado no dominante; pectoral, deltoides anterior, bíceps y cubital y cubital anterior dominantes cuádriceps, glúteo, grupos isquiotibial y tríceps sural [18].

Cuando la derecha se ejecuta en curva, la raqueta va atrás-abajo/pausa/adelante-arriba. En el momento de ir atrás, el codo está flexionado y luego semi-extendido. Al iniciar el avance hacia adelante, invirtiendo el movimiento, el codo debe continuar flexionado, muy cerca del cuerpo, buscando mayor aceleración para impactar la pelota. Normalmente, casi todos los jugadores mantienen la flexión del codo en la fase de mayor aceleración [18].

Aunque el brazo va hacia atrás semi-extendido en la preparación, en el momento que empieza el avance hacia adelante buscando acelerar el codo se acerca al tronco, a una distancia prudente, para luego ir rápidamente hacia la pelota un poco más extendido. (Un codo completamente pegado al tronco dificultaría el golpeo, pero muy alejado restaría velocidad al brazo. Lo ideal es una distancia media que permita buena técnica y gran aceleración [18].

4.2.4.1.3 El revés

La fuerza inicial parte del pre-estiramiento al preparar el golpe llevando la raqueta atrás. La energía elástica acumulada se convertirá en energía mecánica en el momento del impacto. Principalmente se acumula energía elástica en la región media del trapecio, el elevador de la escápula, el romboide y el serrato anterior del lado dominante; y los músculos posteriores del antebrazo [18].

En la preparación del revés, el brazo está flexionado cruzando en V sobre el tronco, con la raqueta a la altura del hombro no dominante. En el momento del impacto con la pelota, el brazo-raqueta se dirige en curva abierta abajo-adelante-arriba buscando la mayor aceleración de la cabeza de la raqueta [18].

El brazo empieza el movimiento muy cerca del eje del cuerpo, buscando aumentar la aceleración de la raqueta para que cuando el brazo raqueta se extienda

buscando la pelota, lo haga con la máxima velocidad angular posible. Después del golpe, en el acompañamiento, el brazo está completamente extendido. Esto ayuda a desacelerarlo después del impacto [18].

Según lo expuesto anteriormente, la técnica deportiva del tenis de campo, somete a las estructuras a altos niveles de estrés articular, debido al gesto repetitivo en rangos extremos y grandes velocidades. Lo anterior promueve la aparición de compensaciones y microtraumatismos, que paulatinamente sobrecargan las estructuras haciéndolas susceptibles a determinadas lesiones por sobreuso; ante un evento desencadenante puede establecerse la lesión y afectar el rendimiento deportivo.

4.2.4.2. LESIONES DERIVADAS DEL GESTO DEPORTIVO

Es muy importante saber que biomecánicamente el hombro, el codo y la muñeca funcionan como un enlace en la cadena cinética durante los movimientos del miembro superior. La cadena cinética es la secuenciación de los segmentos individuales del cuerpo que son coordinados en sus movimientos por la actividad muscular y la posición del cuerpo [14].

Las exigencias del tenis afectan el cuerpo de los jugadores de elite en las extremidades superiores e inferiores, así como también en el tronco y pueden conducir a patrones de lesión característicos y adaptaciones musculoesqueléticas. El estrés repetitivo y las secuencias de carga crean desequilibrios musculares específicos del deporte que requieren intervenciones preventivas, consideradas útiles para disminuir riesgo de lesión [41].

4.2.4.2.1. Lesiones en el manguito rotador

4.2.4.2.1.1. Tendinitis del manguito rotador:

Con la hiperlaxitud glenohumeral de la capsula anterior que resulta en mayor tensión en cápsula posterior, producida por el trauma repetitivo en abducción y/o flexión mayor de 90°, provoca que el manguito rotador mantenga la cabeza del humero en el centro de la glenoides y se instaure un proceso inflamatorio y deterioro en la función muscular [42].

4.2.4.2.1.2. Lesiones Parciales manguito rotador:

Se incluyen aquellas en las que no se presenta daño completo del espesor del tendón, que puede ser del contacto articular, bursal, intratendinoso o su combinación. También son clasificadas según la extensión y profundidad o el porcentaje de daño 25, 50 y 75%. En los deportes con movimientos repetitivos por encima de la cabeza se describe comúnmente la lesión del lado articular, asociado al riesgo que presenta esta zona por su hipovascularidad y disminución de la fuerza tensil. La aparición de esta se asocia a estrechamiento subacromial o pinzamiento, que junto con el daño bursal se aporta a círculo vicioso donde la lesión genera disbalance en manguito rotador elevando la cabeza del humero [42].

4.2.4.2.1.3. Lesiones completas o totales del manguito rotador:

Generalmente asociadas a trauma, se clasifican en pequeñas lesiones menores a 1cm², medianas de 1 a 3 cm² y masivas o mayores hasta 5 cm². Estas requieren un manejo invasivo para restaurar la estabilidad y eficiencia del manguito rotador [42].

Dentro de las manifestaciones de lesión en el manguito rotador encontramos los pinzamientos descritos a continuación:

4.2.4.2.1.4. Síndrome de pinzamiento subacromial

Consiste en una estrechamiento del espacio subacromial, lo cual conlleva a que el acromion, el ligamento coracoacromial, la apófisis coracoides y la articulación acromioclavicular invadan el espacio de los tejidos blandos que pasan por debajo de ellos. Esto da lugar a la aparición de dolor en el hombro que se exacerba con la flexión y la rotación [14].

Es el problema más común encontrado a nivel del hombro en los jugadores de tenis. Esta alteración está asociada a hiperlaxitud glenohumeral anterior, presión en la parte posterior del hombro, la debilidad de los músculos rotadores externos así como de los músculos estabilizadores de la escápula [14].

Las causas del pinzamiento subacromial pueden dividirse en estructurales y funcionales, lo que además se conoce como pinzamiento primario y secundario respectivamente. Entre las causas estructurales encontramos irritación e inflamación de la bursa, tendinitis calcificada, cicatriz post traumática del tendón del músculo supraespinoso. Todas estas condiciones pueden causar un estrechamiento del espacio subacromial que causa una obstrucción mecánica del manguito rotador. Por su parte el pinzamiento secundario, se da como consecuencia de la mala posición de los elementos óseos del hombro que se puede dar por debilidad de la musculatura estabilizadora y de una movilidad limitada. Clínicamente, puede haber una combinación de anomalías estructurales y funcionales que desencadenan el pinzamiento [41].

Entre las causas del pinzamiento encontramos la inestabilidad glenohumeral, la cual es conocida como la translación de la cabeza del húmero, causada por una presión negativa a nivel intra-articular entre la cavidad glenoidea y la cabeza del húmero cuando sobre la musculatura del hombro recae una gran tensión por rotación externa del hombro y retropropulsión. Esto se presenta en el servicio de tenis en la fase del armado del brazo. En el momento del impacto, la proyección del brazo hacia delante genera una gran fuerza que puede conllevar a un conflicto subacromial si la musculatura del hombro no tiene la fuerza suficiente para

soportar esa carga. La desaceleración posterior al golpe puede producir alteraciones a nivel acromio-clavicular [18].

El servicio es de los elementos que más lesiones genera. Durante su ejecución, el jugador arma el brazo mediante rotación externa y retropulsión (fase de preparación) creando una relación del cinturón anterior del hombro, con tendencia a subluxación, poniendo el nervio subescapular en tensión. En la momento de la aceleración (fase de golpeo), el brazo es extendido fuertemente hacia arriba-adelante con rotación interna del hombro, lo cual, por lo agresivo del movimiento puede degenerar en un conflicto sub-acromial [18].

En la fase de desaceleración, la brusquedad de la acción fuerza una exagerada aducción del brazo con rotación interna implicando a la articulación acromioclavicular. Todo el movimiento del servicio crea una inestabilidad glenohumeral importante, aparte de conllevar a una hiperlordosis con riesgo de comprimir los discos intervertebrales [18].

4.2.4.2.1.5. Pinzamiento interno

El pinzamiento interno sucede por el contacto excesivo entre la tuberosidad mayor y la parte posterior de la glenoides, en los movimientos de abducción y rotación externa, lo que provoca un pinzamiento del lado articular del manguito rotador y el borde posterosuperior del labrum. Como consecuencia los tejidos generan una respuesta inflamatoria, comprometiendo cápsula articular y tendinitis crónica en el manguito rotador que puede progresar en una inestabilidad funcional por la pérdida de la eficiencia muscular y ruptura [42].

El deportista refiere dolor en la región glenohumeral posterior, y al someterse al signo de pinzamiento posterior donde el atleta al efectuar abducción de 90° a 110°, extensión de 10° a 15° y máxima rotación externa de forma simultánea, se desencadena la sintomatología al simular un conjunto de movimientos extremos que ponen en estrés la articulación [42].

4.2.4.2.2. Inestabilidad glenohumeral

La inestabilidad glenohumeral se genera por subluxaciones sintomáticas recurrentes causadas por la insuficiencia de los estabilizadores, ya sea estáticos (ligamento glenohumeral inferior, ligamento y labrum glenoideo anterior inferior) o dinámicos (manguito rotador). En deportes como el tenis donde se lleva repetitivamente el brazo por encima de la cabeza durante el servicio, se provoca una progresiva debilidad del componente estático, que aumenta la exigencia de los estabilizadores dinámicos, generando riesgo de microtraumatismos tendinosos que comprometen la estabilidad de la articulación y llevan a sobrecargarla [40]. Dentro de las alteraciones que se producen dentro de la articulación se encuentra el aumento de la rotación externa y disminución de la rotación interna que genera contractura en la cápsula posterior y relajación de cápsula anterior, que al superar los 25° de disminución en la rotación se clasifica como hombro en riesgo [42].

La inestabilidad se clasifica de la siguiente manera

- a) Traumática: Aquella que lesiona labrum y capsula. Que a su vez puede ser anterior provocando lesión de Bankart tras caída en abducción y rotación externa o posterior donde la fuerza va de anterior a posterior cuando se está en flexión de 90° y aducción.
- b) Adquirida: Se produce por elongación repetida de los ligamentos, con dolor o tendinitis en manguito rotador.
- c) A traumática: Se da por una cápsula laxa que puede ser multidireccional (primaria anterior, primaria posterior, primaria inferior) por luxaciones o subluxaciones dolorosas [42].

4.2.4.2.3. Compresión del nervio supraescapular:

El supraescapular es un nervio con origen en raíces C5 – C6 y parte de C4, que emerge en su rama motora para el supraespinoso y otros ramos para la articulación glenohumeral, pasa a la escotadura espinoglenoidea y da ramas motoras al infraespinoso. Puede presentar lesión aguda, por sobreuso, irritación

repentina, gangliones supraglenoideos y lipomas. Hay varios sitios de compresión, si es antes de atravesar la espina provoca debilidad del infraespinoso y supraespinoso; esta compresión puede producirse por tracción continua, depresión escapular, abducción y flexión extrema [42].

La compresión del nervio cuando pasa alrededor de la base de la espina de la escápula, se da por el aumento de tensión del ligamento espinoglenoideo durante la abducción y rotación interna que se inserta en la capsula glenohumeral posterior provocando daño y atrofia muscular [43].

4.2.4.2.4. SLAP (Superior Labrum Anterior- Posterior):

Corresponde a una lesión en la región de inserción del tendón largo del bíceps, en la cual se presentan dos teorías de su causa, una es la rigidez posterior, que se da cuando el hombro rota externamente en abducción y la cabeza humeral adopta una traslación postero superior, que conduce al desprendimiento del labrum posterosuperior. La segunda teoría se basa en la rotación externa e interna repetida y el tendón del bíceps alrededor de su arco que aplica tensión haciendo que el labrum superior se desprenda de la glenoide. Esta lesión se clasifica así [44]:

- a) Tipo 1: Deshilachamiento degenerativo, sin desinserción
- b) Tipo 2: Desinserción del rodete glenoideo y de la inserción del bíceps
- c) Tipo 3: Lesión en asa de balde con inserción intacta del bíceps
- d) Tipo 4: Lesión en asa de balde extendida hasta la inserción del bíceps [42].

4.2.4.2.5. Lesiones del intervalo rotador

Esto comprende el espacio entre el supraespinoso y el subescapular, ubicado en la parte antero superior de la articulación glenohumeral formando un triángulo cuya base es el proceso coracoides y las márgenes corresponden a los tendones de dichos músculos; conteniendo ligamento coracohumeral, glenohumeral

superior, cápsula glenohumeral y tendón del bíceps. Esta lesión puede producir movilidad glenohumeral excesiva y desplazamiento de la cabeza humeral provocando inestabilidad y dolor. Se clasifica en:

- a) Tipo 1: Contractura e inflamación del intervalo que compromete desde el pinzamiento tendinoso hasta capsulitis adhesiva
- b) Tipo 2: Laxo con inestabilidad glenohumeral
- c) Tipo 3: Compromete hasta la profundidad del intervalo

Existe otra clasificación numérica de acuerdo a las estructuras implicadas

- 1) Capsula del intervalo
- 2) Ligamento coracohumeral
- 3) Ligamento glenohumeral superior
- 4) Región anterior del supraespinoso
- 5) Región superior del subescapular
- 6) Cabeza larga del bíceps
- 7) Combinación de lesiones

5. METODOLOGÍA

5.1. TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio transversal donde se tomaron medidas bilaterales de fuerza para cada movimiento rotacional en la articulación glenohumeral en una muestra poblacional de jugadores pertenecientes a la selección A de la Liga Vallecaucana de Tenis.

5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

El universo de nuestro estudio está conformado por tenistas de la Liga Vallecaucana de Tenis de Campo, la muestra se seleccionó por conveniencia, fueron los jugadores pertenecientes a la “Selección A”, la cual está conformada por tenistas de 12 a 16 años de edad con una media de 13.9 ± 1.22 (tabla N° 4) y nuestra muestra corresponde al 100% de los deportistas que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos y que asistieron a su programa de entrenamiento durante el periodo Agosto - Diciembre del 2012 y Enero - Mayo del 2013, en los horarios establecidos para su entrenamiento, que corresponde a 15 deportistas de los cuales 10 eran hombres y 5 eran mujeres

El peso de la población estuvo en un rango de 33 – 81 kilogramos con una media de 55.866 ± 10.769 y la talla en un rango de 1.80 – 1.48 metros con una media de 1.64 ± 0.099 . El índice de masa corporal (IMC) oscila entre 25.9 y 15.1 con una media de 20.4 ± 2.8 . (tabla N° 4). En la población se encontró un predominio del miembro superior derecho como hombro dominante.

En cuanto al tiempo que los deportistas llevan practicando el deporte se encontró que el tiempo máximo fue de 4 años y el mínimo de 1.5 años

con una media de 2.46 ± 0.789 (tabla N° 4). En cuanto a la intensidad de entrenamiento, todos los deportistas entrenan 3 días por semana, dos horas al día.

Tabla 4. Análisis descriptivo variables sociodemográficas

	Rango	Media	DS
Edad	12 a 16 años	13.9	1.22
Talla	1.48 – 1.80 m	1.64	0.099
Peso	33 – 81 Kg	55.866	10.76
Años de entrenamiento	4 - 1.5 años	2.46	0.78

Muestra de jugadores pertenecientes a selección A de la liga Vallecaucana de tenis.

5.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Jugadores pertenecientes al programa de entrenamiento de la liga vallecaucana de tenis de campo que asistieron en los horarios en que se llevó a cabo la intervención.
- Jugadores a los que se les permitió participar en la investigación mediante el consentimiento informado (anexo 3) aprobado por su acudiente y que de igual forma firmaron el asentimiento informado (anexo 4) correspondiente.

5.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Jugadores que realizaron fortalecimiento de miembros superiores por fuera del programa de entrenamiento establecido por la liga.
- Lesiones graves de hombro: cirugías o lesiones del manguito rotador (síndrome de pinzamiento subacromial, inestabilidad glenohumeral, compresión nervio supraescapular, lesiones del intervalo rotador y SLAP) que alteren la biomecánica normal del hombro.

5.3. ASPECTOS ÉTICOS

Este estudio se considera una investigación con riesgo mínimo según la norma 008430 del Ministerio de la Protección Social porque no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participaron del estudio. Se tomaron medidas de fuerza muscular en rotación interna y externa a nivel de la articulación glenohumeral de forma bilateral. Teniendo en cuenta que la población objetivo está conformada por sujetos menores de edad, se contó con el consentimiento informado (anexo 3) firmado por el acudiente del menor y el asentimiento informado (anexo 4) que fue firmado por el deportista. La identidad de los participantes está protegida y los datos obtenidos con esta investigación se utilizaron únicamente para efectos de este estudio.

- Se contó con la autorización de las personas encargadas del manejo de la institución de la entidad donde se realizó la intervención.
- Se tomaron las medidas pertinentes para evitar los efectos adversos que pudieran resultar de la intervención.

5.4. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Para llevar a cabo esta investigación, tomando como referente las variables mencionadas en el cuadro anterior (tabla 5) se utilizaron los siguientes instrumentos para la recolección de datos.

Tabla 5. Variables del estudio.

Categoría de análisis	Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Indicador	Instrumento
Características sociodemográficas	Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Razón		Ficha demográfica
	Género	Condición orgánica, masculina o femenina	Nominal	Mujer: femenino Hombre: masculino	
	Índice de Masa Corporal (IMC)	Índice del peso de una persona en relación con su altura.	Razón	20-25 kg/m ² : normal 25-30 kg/m ² : sobrepeso 30-35 kg/m ² : obesidad leve. 35-40 kg/m ² : obesidad moderada Por encima de 40: obesidad mórbida	
Cualidades físicas	Fuerza	La fuerza es la magnitud vectorial por la cual un cuerpo puede ponerse en movimiento superando un estado de inercia e inmovilidad	Cuantitativa continua		Dinamómetro (Celda de carga).

5.5. MATERIALES E INSTRUMENTOS

5.5.1. Dinamometría como método de evaluación de la fuerza muscular

La dinamometría como método de evaluación musculoesquelética permite evaluar el momento de fuerza máxima ejercida por el músculo para movimientos requeridos específicamente [45]. Para la medición de la fuerza desarrollada por los músculos se cuenta con diferentes herramientas de evaluación como lo son las máquinas isocinéticas, la fibra óptica y la celda de carga (la cual se utilizó en el presente estudio). Esto permite una mayor objetividad y fiabilidad entre los resultados obtenidos.

Originalmente se desarrolló para el propósito de la evaluación muscular, especialmente para los músculos de la rodilla, pero su ámbito de aplicación se extendió gradualmente a otras articulaciones especialmente en la evaluación del hombro, llegando a ser uno de los métodos más fiables de referencia [46].

El uso de dinamometría en fisioterapia se utilizaba especialmente para orientar los programas de rehabilitación o para evaluar los efectos de un tratamiento quirúrgico. Con relación a la aplicación en la rehabilitación en hombro es poco documentada con un nivel de evidencia todavía muy bajo [47]. Sin embargo, a nivel preventivo, la evaluación de la fuerza muscular de los rotadores internos y externos de hombro, es una práctica muy común entre los servicios de medicina deportiva, medicina física de los atletas en las diferentes poblaciones del mundo. Sin embargo en la población de deportistas que practican tenis en el Valle del Cauca, estos valores no están claramente definidos y estandarizados, lo que hace importante estandarizar protocolos de evaluación en fuerza muscular mediante el uso de dinamómetros para ajustar programas específicos en las intervenciones actuales [48].

La evaluación muscular con dinamometría es un método de evaluación fiable y la validez de sus mediciones son actualmente aceptadas [49-50]. Entre los tipos de

dinamómetro se encuentra la celda de carga, la cual es el instrumento utilizado en nuestro estudio.

5.5.1.1. Principio de funcionamiento de la celda de carga:

Toda fuerza aplicada sobre la celda de carga producirá una señal eléctrica proporcional a la fuerza que se haya aplicado y que se proyectará en los tres ejes del espacio (x, y, z), como respuesta a la acción mecánica a la que ha sido sometida la plataforma de la celda de carga, por el efecto de la carga aplicada. Esta acción mecánica, en el sistema de referencia de la plataforma de la celda de carga, se puede esquematizar en 3 componentes de la fuerza y 3 componentes del momento. Permitiendo los movimientos de la plataforma en todas las direcciones (translaciones y rotaciones), captados por los transductores dispuestos simétricamente. Cada uno de ellos, por lo tanto, es capaz de detectar, basado en la deformación, los componentes (o parte) de la fuerza aplicada en ese momento debido a la carga.

Esta técnica se basan en la tercera ley de Newton *-principio de acción-reacción-* que dice que puede obtenerse el valor de una fuerza externa ejercida sobre una superficie al hallar la fuerza que origina, igual en magnitud y dirección, pero en sentido contrario.

Referentes a tener en cuenta:

- Centro de presión: el centro de presión se define como el punto de aplicación de la resultante de las fuerzas intercambiadas entre el la mano y la plataforma de la celda de carga.
- Sistema de referencia: las coordenadas del centro de presión, se refieren al sistema de referencia cartesiano de la plataforma, que puede ser centrada:

- En uno de los cuatro vértices de la plataforma
- En el centro de la misma, el caso de este estudio.
- El punto de calibración, dependiendo del sistema de adquisición utilizado, es el lugar de la superficie de la plataforma en la que, mediante la aplicación de una fuerza vertical, se ejerce el momento cero sobre la placa (dependiendo de la disposición de los traductores).

Para el presente estudio se utilizó una celda de carga Omega con capacidad de medición de hasta 500 kilogramos fuerza. La celda de carga se conecta al medidor dinámico DC 104R el cual se comunica con un PC por medio de cable USB y se visualizan los datos medidos en el PC con el software DC 7104, suministrado por el mismo fabricante. Este nos permite observar las mediciones instantáneamente, graficar el resultado de la medición realizada o guardar los datos en archivos con extensión CSV, los cuales se pueden abrir en Excel y darles el tratamiento estadístico respectivo.

El dinamómetro fue empotrado en un soporte fijo, (diseñado por los investigadores), pero graduable para la adaptación a las diferentes antropometrías de los deportistas, sobre el cual se colocó una almohadilla, donde se apoyaba la muñeca del miembro superior a valorar, para ejercer la fuerza isométrica máxima. Para mantener la estabilidad de todo el miembro superior, adicionalmente se diseñó un accesorio (diseñado por los investigadores), para la colocación de la posición adecuada del miembro superior.

6. PROCEDIMIENTOS

6.1. Preparación para el estudio

Se realizaron visitas a la liga de tenis en las cuales se llevaron a cabo entrevistas al personal que interviene en el grupo élite, con la intención de indagar sobre la organización y funcionamiento de la liga e identificar aspectos importantes sobre el grupo estudiado. Se realizó la solicitud del aval (anexo 5) por parte del Programa Académico de Fisioterapia y del Comité de Ética Humana de la Universidad del Valle, al tiempo se continuó con la aprobación por parte de las directivos de la liga y finalmente se buscó la aprobación de los padres de familia de los jugadores por medio del consentimiento informado (anexo 3) además de la aprobación de los deportistas mediante la firma del asentimiento informado (anexo 4) una vez se realizó la lectura y explicación del procedimiento.

Se solicitó el tiempo requerido para los encuentros iniciales con los deportistas, durante el horario de la preparación física, donde se aplicó la ficha demográfica para la recolección de los datos respectivos. Adicionalmente se estableció el acuerdo para el horario, espacio físico e implementos necesarios para llevar a cabo la evaluación.

6.2 Recolección de datos

- 1.** Cuestionario para recolectar los datos sociodemográficos y estado de salud (ver anexo 2).
- 2.** Toma de medidas antropométricas de peso y talla.
- 3.** Mediciones de fuerza muscular de los rotadores internos y externos a nivel de la articulación glenohumeral de forma bilateral mediante el método de dinamometría con una celda de carga, la cual fue descrita anteriormente.

6.3. Medición de la máxima fuerza isométrica generada por los rotadores de hombro.

-Posicionamiento

El participante se instruyó para sentarse sobre una silla con espaldar, con la espalda recta y apoyada totalmente, con las caderas y rodillas alineadas a 90 grados. El hombro a evaluar se posicionó a 45 grados de abducción y a 90 grados de flexión de codo [50, 51, 52], la muñeca estaba en posición neutra y la extremidad contralateral descansando sobre la pierna homolateral (Figuras 2). El evaluador verificó que la posición fuera correcta antes de llevar a cabo cada una de las mediciones. Se eligió esta posición ya que la capacidad de generar fuerza de los rotadores internos y externos de hombro depende de la posición en que este sea evaluado [53, 54, 55]. Soderberg y Blaschak [43] recomiendan la utilización de esta posición y además Greenfield [45] en su estudio refuerza el uso de esta postura para la evaluación de los músculos rotadores de hombro.



Figura N° 2. **a.** Posicionamiento del tronco erguido, caderas y rodillas alineadas a 90° hombro en 45° de abducción, codo en flexión 90°, muñeca en neutro. Miembro superior contralateral descansando sobre pierna homolateral. **b.** Con aditamento en miembros inferiores para mantener la posición **a.**

- Contracción muscular isométrica máxima

El evaluador explicó al participante, cómo se llevaría a cabo la prueba con las instrucciones que se le dieron a los deportistas con antelación (ver anexo 1: POE). Primero realizaron un calentamiento con tres contracciones isométricas sub-máximas, después de un reposo de 30 segundos. Con la muñeca colocada sobre la almohadilla, sobre el lado palmar para realizar la rotación interna (Figura 2a) y sobre el lado dorsal para la externa (Figura 3) se le solicitaba al participante generar la máxima contracción isométrica. Se llevaron a cabo 3 mediciones para cada rotación, en el miembro superior dominante, con un tiempo de reposo de 30 segundos, entre cada medición, la medición definitiva fue el promedio de las tres. Finalizada la evaluación del miembro superior dominante, se continuó con la evaluación del miembro superior no dominante siguiendo los mismos lineamientos anteriores.



Figura N° 3 Una vez posicionado, se continuó con la ejecución de contracciones isométricas, haciendo compresión al dispositivo en rotación interna y rotación externa, según el comando y disposición del soporte, ajustado para la dirección de cada movimiento

6.4. Elaboración de datos

Los valores mostrados por el programa se dieron en términos de la deformación producida por la fuerza ejercida sobre la celda de carga, los cuales posteriormente fueron convertidos a kilogramos. Una vez obtenidas las tres mediciones para los dos movimientos rotacionales en ambos miembros superiores, estas fueron promediadas para obtener el resultado final de la fuerza ejercida.

6.5. Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos recolectados se creó una base de datos en Excel y se utilizó el paquete estadístico “R” versión 2.15.1 para Windows, con el cual se realizó el siguiente procedimiento estadístico, con el fin de obtener los resultados que respondieron a los objetivos previamente formulados para el estudio.

1. Determinación de la reproducibilidad de los datos: se aplicó el coeficiente de correlación intraclase (CCI)
2. Análisis descriptivo de las observaciones para cada una de las variables medidas.
3. Análisis estadístico inferencial: evaluación de la existencia de diferencias significativas entre las mediciones comparadas: hombro dominante, hombro no- dominante, y entre los músculos rotadores internos y los rotadores externos, aplicando pruebas paramétricas y no paramétricas como se describe a continuación:
 - Se probó el supuesto de normalidad de cada variable, con la prueba Shapiro Wilk ($p > 0,05$), como requisito para determinar el tipo de prueba a utilizar, para el análisis inferencial.
 - Para probar si existían diferencias significativas entre los rotadores de cada hombro y entre la relación de la fuerza en cada hombro, se utilizaron la prueba paramétrica T de student, para las variables que aprobaron la prueba de

normalidad y la prueba no- paramétrica de Wilcoxon para la variable que no aprobó la prueba de normalidad.

7. RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados de cada uno de los procesos llevados a cabo en el análisis estadístico y están precedidos del motivo por el cual se aplica el método indicado. En la tabla 6 se muestran los resultados de las mediciones para los 15 participantes, tanto del miembro superior dominante como no dominante.

Tabla 6: resultados de mediciones de fuerza para el miembro superior dominante y no dominante

Sujeto	TE (años)	Miembro superior dominante		Miembro superior no dominante	
		RI (kg)	RE (kg)	RI (kg)	RE (kg)
1	1.5	8.4	7.1	6.7	9.0
2	3	10.7	7.7	5.1	8.7
3	3	9.8	8.6	8.1	7.5
4	3	9.6	7.7	6.7	8.1
5	2	10.2	8.2	7.0	9.3
6	1.5	7.4	6.1	6.4	8.4
7	1.5	10.6	9.3	4.3	7.4
8	3	10.4	8.5	9.3	10.5
9	3	7.6	6.7	4.3	5.1
10	3	7.5	4.6	7.8	5.5
11	1.5	8.8	9.8	7.3	9.0
12	2	10.1	9.2	4.9	8.0
13	3	4.9	5.7	4.2	6.1
14	4	8.5	5.3	7.6	6.0

15	2	3.8	2.0	2.7	4.6
----	---	-----	-----	-----	-----

TE (tiempo de entrenamiento), RI (rotación interna), RE (rotación externa).

Se llevaron a cabo tres secciones. La primera se refiere a la aplicación del coeficiente de correlación intraclase (CCI); la segunda al análisis descriptivo de las observaciones para cada una de las variables medidas; la tercera el análisis de la muestra de los resultados de la aplicación de pruebas de hipótesis requeridas para identificar posibles diferencias significativas entre las variables comparadas; primero representa la validación del supuesto de normalidad en las diferencias, y luego las pruebas de igualdad de medias, paramétricas y no paramétricas, según los resultados de la sección anterior.

7.1. Coeficiente de correlación intraclase (CCI)

Se aplicó el coeficiente de correlación intraclase. El Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) se ha aceptado como el índice de concordancia para datos continuos. Si se evalúa el tamaño de los componentes de la varianza entre los grupos y dentro de estos, el CCI describe la proporción de la variación total, la cual es explicada por las diferencias entre los observadores e instrumentos. Para el estudio se obtuvieron datos de la fuerza muscular de los rotadores internos y externos del hombro dominante y no dominante. Las mediciones se obtuvieron sobre 15 pacientes, realizando 3 mediciones para cada caso. Y se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 7):

Tabla 7: Coeficiente de correlación intraclase (CCI)

Caso de estudio		CCI	Concordancia
Derecho	Externo	0.990	Casi Perfecto
	Interno	0.994	Casi Perfecto
Izquierdo	Externo	0.988	Casi Perfecto
	Interno	0.974	Casi Perfecto

Se evidencia la reproductibilidad de las dos variables estudiadas, fuerzas rotadores internos y fuerza rotadores externos.

7.2. Análisis descriptivo

Se aplicó un análisis descriptivo para las variables: fuerza rotadores externos, fuerza rotadores internos de los deportistas, desarrollada con el hombro dominante y el hombro no dominante. Se determinó la mínima, máxima, media y desviación estándar (tabla 8).

Tabla 8.- Medidas descriptivas de las variables estudiadas.

Variable	Mínima	Máxima	Media	DS
Fuerza RED(N) -	2	9.8	7.1	2.1
Fuerza REI(N) -	4.6	10.5	7.5	1.7
Fuerza RID(N) –	3.8	10.7	8.5	2.2
Fuerza RII (N)–	2.7	9.3	6.2	1.8

Nota: Valores de la mínima, máxima, media y desviación estándar (DS) de las variables fuerza de rotación externa derecha (RED), fuerza de rotación externa izquierda (REI), fuerza de rotación interna derecha (RID), fuerza rotación interna izquierda (RII).

7.3. Pruebas de hipótesis

La evaluación de la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de la fuerza de los rotadores externos y los internos, entre los grupos dominante y no dominante, se realizó mediante la aplicación de pruebas paramétricas y no paramétricas como se describe a continuación:

7.3.1. Prueba del supuesto de normalidad

Se aplicó la prueba Shapiro-Wilk con el objetivo de contrastar la normalidad de los datos. Se plantea como hipótesis nula que los datos provienen de una población normalmente distribuida. Fue publicado en 1965 por Samuel Shapiro y Martin Wilk. Se considera uno de los test más potentes para el contraste de normalidad, sobre todo para muestras pequeñas ($n < 30$), con un nivel de significancia de 5% (es decir, se rechazó la hipótesis de normalidad de las diferencias cuando $p < 0.05$). Los resultados se observan en la tabla 9, solamente la variable fuerza de rotadores internos derecho rechazó la hipótesis de normalidad.

Tabla 9.- Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk (W)

Variable	Grupo derecho		Grupo izquierdo	
	W	p	W	p
Fuerza RE	0.9336 Ho	0.3083	0.9549 Ho	0.6048
Fuerza RI	0.8517 Ha	0.01837*	0.9681 Ho	0.8292

Nota: Ho: Existe Normalidad frente a Ha: No Existe Normalidad (* $P < 0.05$).

Se encuentra normalidad en variable de fuerza rotadores externos, pero se rechaza una distribución normal en variable de rotadores internos.

Se llevó a cabo la prueba de t de student para medidas apareadas, entre las medidas para probar si existen diferencias significativas entre la fuerza de los rotadores externos (FRE), entre el hombro dominante y el no dominante y se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, para muestras pareadas, para probar si existen diferencias significativas entre la fuerza de los rotadores internos (FRI), entre el hombro dominante y el no dominante y entre las relaciones fuerza rotadores internos sobre la fuerza de los rotadores externos (FRI/FRE) los resultados se observan la tabla 10.

Tabla 10: Resultados de la prueba t – pareada y la prueba Wilcoxon, para ambos grupos derecho e izquierdo.

Variables	Lado dominante Media($\pm$DS)	Lado no dominante Media($\pm$DS)	Valor p
Fuerza rotadores externos (FRE)	7.1 (2.1)	7.5 (1.7)	0.2465
Fuerza rotadores internos (FRI)	8.5 (2.2) (+)	6.2 (1.8)	0.001329
FRI/FRE	1.2 (0.29) (+)	0.84 (0.31) (+)	0.001674

Nota: Los datos muestran las resultantes de fuerza (N), (*P <0.05), y (+) donde se utilizó la prueba de Wilcoxon.

Se encontró mayor fuerza en rotadores internos en el lado dominante comparado con el no dominante (p= 0.001329), y mayor la relación entre rotadores internos/ rotadores externos del lado dominante con el lado no dominante (p= 0.001674), utilizando la prueba de Wilcoxon para muestras apareadas.

En el estudio se encontró una diferencia significativa entre rotadores internos y externos en el miembro superior dominante ($P= 0.0002421$). De igual forma se obtuvo diferencia significativa ($P= 0.001329$) entre los rotadores internos bilateralmente, es decir el hombro dominante presentó mayores valores de fuerza de rotadores internos con respecto al no dominante. Por otra parte no se evidenció diferencia significativa ($p=0.2465$) entre los rotadores externos de ambos miembros superiores, tampoco significativa ($p= 0.03959$) entre los rotadores internos y rotadores externos del miembro superior no dominante. Finalmente en la investigación se presentó diferencia significativa ($p=0.001674$) entre la fuerza de rotadores correlacionando miembro superior dominante y no dominante.

8. DISCUSIÓN

La discusión se iniciará con el análisis de los resultados del objetivo central del estudio, el desequilibrio muscular entre los rotadores de cada hombro, y a continuación se analizará la asociación entre la fuerza de los rotadores de un hombro comparada con el otro hombro. Posteriormente se analizarán estos resultados desde los diferentes campos de la salud, es decir a nivel de la rehabilitación y de la prevención de las lesiones, para finalmente abordar la discusión desde el punto de vista metodológico.

Con relación al desequilibrio muscular entre los rotadores de cada hombro, el presente estudio encontró que los rotadores internos del lado dominante eran más fuertes que el del lado no dominante. Resultados que concuerdan con investigaciones previas, en las cuales se identificó la presencia de desequilibrio muscular entre rotadores internos y externos en el miembro superior dominante [56, 57, 58, 69]. Este fenómeno ha sido argumentado por autores como Ellembecker [63], desde la técnica del servicio, en el cual el hombro dominante debe realizar una rotación interna vigorosa, partiendo de la posición de máxima rotación externa para el impacto de la pelota, previa a la contracción excéntrica de rotadores externos.

Una vez se inicia la acción de los rotadores externos para desacelerar el movimiento tanto del hombro como de las demás fuerzas segmentales involucradas, esta acción es igual de importante que la anterior puesto que provee estabilidad a la articulación glenohumeral [62]. Teniendo en cuenta que durante la ejecución del servicio, los rotadores internos tienen un papel agonista en el movimiento y requieren de la correcta función de los rotadores externos como antagonistas; la adecuada proporción entre los rotadores es esencial para la estabilidad dinámica y función óptima de la articulación.

Debido a esto se hace necesario que los rotadores externos ejerzan una mayor fuerza que permita dar respuesta a la demandas de la técnica sin generar estrés

excesivo sobre las estructuras. Ellembecker y cols [63] sugieren que el desequilibrio en el miembro superior dominante altera su proporción funcional, la cual aparece como resultado de las adaptaciones producidas por la biomecánica de la técnica, propiciando la aparición de lesiones.

Con respecto a la correlación de los valores de rotadores de miembro superior dominante y miembro superior no dominante, se evidenció diferencias significativas que indican desequilibrios entre estos. Hecho encontrado por Autores como Ellenbecker y Roetert [62], Mulligan [61], Hurd [63], al realizar comparaciones de proporcionalidad para cada miembro superior, encontraron relaciones menores para el miembro superior dominante. Esto es explicado por el incremento en fuerza de rotadores internos sin desarrollo concomitante de los rotadores externos, ante el sobre uso por gesto repetitivo (servicio), mientras que el otro miembro superior se exige en menor grado.

En cuanto a la relación entre los rotadores internos y los externos de cada hombro, los resultados de nuestro estudio coinciden con lo reportado en los estudios anteriores [62, 63, 64] en cuanto a la diferencia de fuerza en rotación interna entre miembro superior dominante y no dominante, la cual fue significativa; mientras que la diferencia encontrada de rotadores externos de ambos miembros superiores no fue significativa [63,64]. El autor propone que el hecho de no presentar diferencia entre rotadores externos, puede obedecer a la ausencia de antecedentes de lesión en hombro, pues aunque no se asegure una relación de causa efecto, considera que la patología puede llevar a debilidad muscular y la debilidad muscular a la patología. [63]

A partir de este momento se analizará los resultados desde los diferentes campos de la salud, es decir en la prevención de las lesiones y a nivel de la rehabilitación. A nivel preventivo, los autores sugieren que ante la presencia de desequilibrios musculares entre rotadores internos y externos en miembro superior dominante, se puede afectar el desempeño técnico o ser un precursor de lesión [62,65]. Por lo anterior proponen que debe realizarse un programa de entrenamiento focalizado en la musculatura más débil, para llevar al equilibrio de las fuerzas rotacionales de

hombro y de esta forma proveer estabilidad a la articulación glenohumeral. Se resalta que se debe evitar ganancias de fuerza en rotadores internos para no aumentar el desequilibrio.

Sin embargo es de suma importancia intervenir los músculos de cintura escapular para soporte proximal a partir del control de escápula sobre tórax [66,69]. Un jugador de tenis puede prevenir efectivamente lesiones por sobreuso y posiblemente mejorar el rendimiento entrenando, los músculos rotadores externos de forma funcional tras haber identificado el desequilibrio en los mismos [64].

Se considera que en sujetos con inestabilidad glenohumeral y pinzamiento, las alteraciones en las relaciones entre rotadores en el miembro superior lesionado tiene una influencia en la configuración de la lesión y los objetivos de rehabilitación. La evaluación inicial del estado de proporcionalidad permite dimensionar de alguna forma el grado de compromiso, por eso se resalta la importancia de realizar mediciones que permitan al rehabilitador tener parámetros objetivos para verificar los avances de su intervención. Los estudios sugieren que los objetivos deben apuntar a lograr simetría de fuerza en miembro superior dominante y no dominante [64]; incluso un criterio para reintegrar a un tenista lesionado además de obtener fuerza equivalente, es ganar 15% a 20% sobre su nivel de fuerza en el miembro superior dominante [62].

Finalmente desde el punto de vista metodológico, la comparación entre los datos de las mediciones realizadas en el presente estudio con investigaciones similares, se realizó teniendo en cuenta los resultados cualitativos (aumento, disminución, cambio o no significativo) debido a que en el estudio se utilizó un dinamómetro con celda de carga, instrumento al alcance para realizar la investigación [49]. La dinamometría es válida para la medición de fuerza, ya que cuenta con facilidad de uso, portabilidad, y presenta grandes beneficios en comparación a costos y tamaño con los dispositivos isocinéticos.

El tipo de dinamometría utilizado podría ser considerado como una norma práctica para la evaluación de la fuerza muscular excepto en articulaciones como rodilla y

cadencia que requiere una mayor precisión en el posicionamiento del paciente [48]. Los resultados de este estudio se contrastaron con los obtenidos mediante el uso de dinamómetro isocinético. Respaldados por las afirmaciones de Stark T, et al [66], el cual sugiere que la interpretación de los resultados entre los dos tipos de instrumentos es comparable, evidenciando la posibilidad de obtener conclusiones similares ya que hay una validez y una fiabilidad apreciable entre estos dos tipos de mediciones de fuerza muscular.

Con relación al posicionamiento de la medición, según la literatura consultada, la capacidad de los músculos rotadores internos y rotadores externos de generar fuerza depende de la posición en que sean evaluados [10, 23,24]. La bibliografía reporta, entre las posiciones más comúnmente usadas para evaluar estos músculos el hombro a 90° de abducción; sin embargo Soderberg y Blaschak [43] señalan que esta posición puede lesionar los músculos del manguito rotador debido a que genera estrés a nivel del tendón del músculo supraespinoso. Teniendo en cuenta lo anterior recomiendan realizar la evaluación con el hombro a 45° de flexión y 45° de abducción, ya que esta posición no predispone a la aparición de lesión. De acuerdo a esto, en nuestro estudio realizamos la evaluación con el hombro a 45° de abducción, procurando mantener la mayor estabilidad posible durante la ejecución de la prueba, evitando las compensaciones en demás segmentos corporales mediante la adecuada alineación corporal.

En el presente estudio se evaluó la fuerza muscular de forma isométrica, modalidad que según lo reportado, resulta favorecedora para la mayor producción de fuerza, pues genera más tiempo para la formación de puentes cruzados. Esto se complementa con el posicionamiento escogido, ya que ofrece ventajas para la optimización del principio de fuerza-longitud. Cuando el músculo no se está acortando o alargando más allá de su longitud en reposo, se da un aumento de la interacción actina-miosina, fomentando la superposición entre estas , y así obtener más tensión [63].

Este tipo de mediciones se han realizado a poblaciones adultas pertenecientes a categorías élite, con hallazgos similares a los reportados en el presente estudio. Autores como Ellenbecker [22], Chandler [20] y Koziris [23] evaluaron en jugadores adultos de alto nivel, la fuerza en los músculos rotadores de hombro, encontrando fuerza significativamente mayor en rotación interna en el miembro superior dominante, reportando un déficit de fuerza en rotadores externos, sin evidenciar diferencias significativas en rotación externa entre los miembros superiores; sin embargo comparando miembro superior dominante vs no dominante la fuerza en rotación interna fue significativamente superior. La interpretación de los datos en estos grupos de diferente edad, nivel y por tanto mayor tiempo de práctica deportiva, resulta semejante a los obtenidos en poblaciones jóvenes de categorías junior. Esto puede indicar que la aparición de desequilibrios se inicia en edades tempranas de la práctica deportiva y se mantienen o aumentan con el tiempo conforme el jugador adquiere las adaptaciones a la técnica y no realiza un fortalecimiento específico que contrarreste la evolución de este fenómeno.

9. CONCLUSIONES

1. El grupo de tenistas de la selección A de la liga del Valle está formado por un total de 10 hombres y 5 mujeres con edades comprendidas entre 12 y 16 años con una media de 13.9 años. Encontramos que la talla oscila entre 1.48 y 1.80 metros con una media de 1.64 y el peso varía de 33 – 81 kilogramos con una media de 55.866. En cuanto al tiempo que llevan practicando el deporte, el tiempo mínimo es de 1.5 y el máximo de 4 años con una media de 2.46 años de práctica del deporte en los que la totalidad de la población ha venido entrenando 3 días a la semana, dos horas diarias.
2. Existe un desequilibrio muscular entre rotadores internos y externos en el hombro dominante de los jugadores.
3. El desequilibrio muscular también es visible entre los rotadores del miembro superior dominante y el no dominante.
4. En cuanto la diferencia de cada tipo de rotador, encontramos mayor fuerza en rotador interno en el miembro superior dominante con respecto al no dominante

10. APLICACIONES

Los resultados de este estudio pueden ser usados como referencia para futuros estudios donde se utilice la celda de carga como instrumento de medición en la evaluación de fuerza muscular mediante dinamometría. Además estos resultados pueden ser tenidos en cuenta en la planeación de los programas de entrenamiento de fuerza específico para tenistas, aplicados de manera preventiva.

Además es de gran utilidad clínica a la hora de instaurar un plan de rehabilitación enfocado en lesiones de hombro específicamente, en la medida que permite establecer objetivos y emprender acciones que apunten a lograr el balance muscular adecuado para una rehabilitación efectiva, así como para prevenir la aparición de lesiones futuras.

11.. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1. Una de las mayores limitaciones con la cual contó el estudio fue el número de deportistas que participaron de la evaluación (15), y desproporción que este tuvo entre hombres (10) y mujeres (5), esto limita la homogenización de los resultados y los alcances de los mismos. La población a la que hacen parte el grupo de deportistas evaluados contó con un descenso en el número de deportistas, debido a la temporada, ya que muchos de los niños, presentaban exámenes parciales o pruebas nacionales lo que condujo al retiro de los jóvenes, y otros deportistas cambiaron de selección lo que llevo a una reducción de la muestra inicial.
2. Otra limitante del estudio, fue la utilización de la celda de carga como dinamómetro para cuantificar la fuerza máxima, ya que este es el primer estudio que utiliza este tipo de dispositivos para medir la fuerza en hombro en una población específica. Debido a esto no se encuentra en la literatura antecedentes de estudios que argumenten y/o brinden parámetros claros y precisos sobre su funcionamiento, así como datos comparables en tenistas.

12.. RECOMENDACIONES

1. Implementar un protocolo de entrenamiento para los tenistas de la liga Vallecaucana selección A, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este estudio; conociendo muy bien el gesto técnico del deportista y enfatizando en los grupos musculares más débiles que propician lesión a nivel de la articulación glenohumeral.
2. Utilizar este tipo de evaluaciones en otros grupos de tenistas, incluso en otras disciplinas deportivas que impliquen lanzamientos asimétricos. Esto con el fin de evaluar la presencia de imbalances musculares en otros atletas y así crear programas de fortalecimiento específicos que prevengan lesiones en los jugadores y mejoren su rendimiento.
3. Crear mayores canales de comunicación entre la fisioterapia y las distintas ramas de la ingeniería, lo que permita evidenciar la interdisciplinariedad entre estas dos facultades y así abrir e innovar nuevos campos en el conocimiento de la biomecánica del cuerpo humano.
4. Implementar el trabajo del fisioterapeuta dentro de los equipos deportivos como una gran herramienta a la hora de detectar oportunamente factores que predispongan a las lesiones en los deportistas, logrando así redireccionar de una forma más adecuada su manera de entrenar.

13. ANÉXOS

1. PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDARIZADO

MEDICION DE FUERZA

DINAMOMETRIA EN ROTADORES INTERNOS Y EXTERNOS DE HOMBRO.

**PERFIL DESCRIPTIVO DE LA FUERZA MUSCULAR DE LA MUSCULATURA
DE MANGUITO ROTADOR EN JUGADORES DE 12 – 16 AÑOS DE LA
SELECCIÓN A DE LA LIGA VALLECAUCANA DE TENIS DE CAMPO**

Preparado por: Naira Eliana Burbano Jesús David Gómez Isabel Cristina Rada Estudiantes Fisioterapia X semestre

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA
FISIOTERAPIA

1. Alcance y Aplicabilidad:

La fuerza muscular puede ser medida a través de un dinamómetro, el cual es un operador técnico o instrumento inventado y fabricado para la medición de fuerza mecánica o torque. Según Huesa y Cols. *su finalidad es expresar el movimiento en términos de momento de fuerza, de potencia y de trabajo como variables cuantitativas que facilitan su manipulación y análisis estadístico* [63]. El instrumento ha sido usado para documentar la efectividad de en programas de entrenamiento y rehabilitación, por lo cual se considera como un instrumento de investigación clínica.

Su funcionamiento se basa a la ley de Hooke el cual propone que la deformación de un material elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada

Se clasifican en:

-Sistemas pasivos: son aquellos que usan freno mecánico, magnético, hidráulico o eléctrico para disipar las fuerzas y son usados para contracciones isométricas, isotónicos e isocinético concéntrico.

-Sistemas activos son aquellos que producen fuerza que ejerce sobre el sujeto o disipan la fuerza que genera el sujeto.

En la actualidad los dispositivos valoran la fuerza generada durante el movimiento continuo pasivo, y las contracciones isométricas, isotónicas (concéntrico y excéntrico) e isocinéticas que utilizan equipos sofisticados, donde cuantifican la fuerza de los grupos agonistas y antagonistas de acuerdo un determinado grado de movimiento.

Entre los dispositivos utilizados para realizar evaluación dinamométrica encontramos la celda de carga, la cual cuenta con un sistema de transducción, en el cual se convierte la fuerza mecánica en una señal eléctrica, a través de un

dispositivo llamado galga extensiométrica [30]. Al ser un aparato adaptable puede ser instalado en diversos montajes, lo cual permite la evaluación de fuerza muscular de diversos músculos en las posiciones que sean requeridas. En este caso será utilizado para la medición de fuerza de rotadores externos e internos en hombro de forma isométrica en una población de tenistas de 12 a 16 años de la liga vallecaucana de tenis.

2. Responsabilidades:

El equipo responsable de la realización de la medición, registró y consignación de datos está integrado por:

NOMBRE	RESPONSABILIDADES
Orlando Paz Docente Ing. Mecánica	Calibración, instalación y manejo del instrumento
Naira Burbano Jesús Gómez Isabel Rada	Registro y análisis de resultados

3. Materiales y equipos necesarios:

- Espacio Físico: Salón de la zona administrativa de la liga Vallecaucana de tenis con espacio para silla, soporte para el codo, montaje de la celda de carga, mesa para computador y lugar para 4 personas.
- Materiales:
 - ✓ Silla de madera con espaldar alto y recto, sin apoya brazos
 - ✓ Cinturón de velcro para mantener tronco alineado
 - ✓ Soporte para codo: Base de madera de altura graduable, con soporte de 45° de abducción para brazo en el cual se apoya el codo.

- ✓ Montaje de la celda de carga: Trípode con altura y angulación graduable.
- ✓ Mesa para computador
- ✓ Computador con sistema operativo XP con programa de registro de deformación de la celda de carga.
- ✓ Fotocopias de los formatos de registro (1 para cada persona evaluada)
- ✓ Lapiceros

Equipos:

- **Celda de carga** Omega con capacidad de medición de hasta 500 kilogramos fuerza. La celda de carga se conecta al medidor dinámico DC 104R el cual se comunica con un PC por medio de cable USB y se visualizan los datos medidos en el PC con el software DC 7104, suministrado por el mismo fabricante. Este nos permite observar las mediciones instantáneamente, graficar el resultado de la medición realizada o guardar los datos en archivos con extensión CSV, los cuales se pueden abrir en Excel y darles el tratamiento estadístico respectivo.

Accesorios: Soporte para mano, con tornillo en su interior para transmitir la presión que se le ejerce al dispositivo

Ensamblaje:

- Ajustar la celda de carga al trípode que se encuentra graduado a la altura específica del sujeto.

- Ajustar el tornillo que se encuentra adherido al soporte manual, en la celda de carga.

Características:

- La silla provee una base estable para el cuerpo
- El soporte para codo se ajusta para adaptarse a diferencia de estatura.
- El computador muestra la deformación del dispositivo debido a la fuerza ejercida, con esta deformación se cuantifica la fuerza en kilogramos.

4. Procedimientos: [63, 64]

- Preparación antes de la recolección:

1. Capacitación del personal de campo:

Antes de la recolección de la información a partir de la aplicación de la prueba, el coordinador de la prueba realizará la capacitación teórico – práctica de los estudiantes a cargo de la medición.

El proceso de capacitación incluye las siguientes temáticas:

- Aspectos generales del equipo y de la prueba
- Estandarización del procedimiento
- Registro de los resultados

2. Preparación del Participante

El participante debe tener ropa preferiblemente no ajustada. El participante realiza un calentamiento libre de dos minutos previo a la medición. Antes de la prueba, los participantes se limpian/secan las manos con una toalla.

- Procedimiento para la recolección de la información:

Esta prueba es un protocolo para medir la fuerza de los músculos implicados en la rotación interna y externa del hombro. Igualmente, este protocolo permite tener un registro general y comparativo de ambas extremidades superiores.

1. Calentamiento de miembros superiores
2. Posición del participante: se instruye al sujeto para que se sienta sobre una silla con espaldar, con la espalda recta y apoyada totalmente, con las caderas y rodillas alineadas a 90 grados. El hombro a evaluar se posiciona a 45 grados de abducción y a 90 grados de flexión de codo [52, 53, 54], y la extremidad contralateral descansa sobre la pierna homolateral. El evaluador verifica que la posición sea correcta.

Hacer la medición en las dos posiciones que proponen en la literatura y en dos días diferentes y por investigadores diferentes.

3. Realización de la prueba

Explicar cómo se va a realizar la prueba con las instrucciones que se les da a los deportistas. (releer y escribir el procedimiento como lo realizarán cuando tengan el sujeto al frente)

Explicar al sujeto lo siguiente: “La prueba es una serie de doce mediciones (seis mediciones con cada extremidad superior), en las cuales se evaluará la fuerza de los músculos rotadores internos y externos de los hombros. La prueba se realizará de manera fluida y continua considerando intervalos de descanso de 30 segundos entre cada medición.

Primero se llevará a cabo 3 mediciones para la rotación interna en el miembro superior dominante, con el fin de obtener el mejor registro. Antes de realizar cada una se verificará la posición del sujeto (ver en instructivo del posicionamiento). Posterior a esto se continúa con la evaluación del movimiento de rotación externa, siguiendo el mismo procedimiento mencionado anteriormente. Finalizado un miembro superior, pasará a ser evaluado el miembro superior no dominante siguiendo los mismos lineamientos para los movimientos rotacionales del hombro.

Instruir a continuación:

“Siéntese en la silla con los pies apoyados completamente, alinee sus caderas con las rodillas y estas con los tobillos. Apoye su espalda completamente sobre el espaldar de la silla, y separe los brazos de su cuerpo, mientras el examinador ubica un cinturón alrededor de su tórax y lo sujeta a la silla de manera que usted quede firme. A continuación separe su brazo dominante del cuerpo, mientras el examinador con la ayuda de un goniómetro mide 45° , y lo posicionará en el soporte.

Para la medición de la rotación interna, coloque la mano sobre el soporte, mientras el experimentador la ajusta en el dispositivo que medirá la fuerza. A continuación empuje con su mano hacia abajo, sin levantar el codo del soporte, transmitiendo toda la fuerza que pueda; al finalizar descansa 30 segundos y repita el procedimiento 2 veces más. Para la rotación externa, después de haberse posicionado, coloque su mano sobre el soporte y tire el dispositivo hacia arriba, con los ya comentados intervalos de descanso hasta completar 3 mediciones. Lo mismo se realizará con su miembro superior no dominante.

Si durante la evaluación, el participante experimenta dolor en la articulación, mareo, inestabilidad, confusión, calambres se debe suspender la prueba.

2. FICHA DE ANTECEDENTES CLÍNICOS Y CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS

Nombre: _____

Edad: _____

Género:

Masculino ☐ Femenino ☐

Mano dominante:

Derecha ☐ Izquierda ☐

Peso: _____

Talla: _____

Tienes alguna lesión a nivel de miembros superiores? Si ___ No ___

Derecha ☐ Izquierda ☐

Cual: _____

Has tenido alguna lesión a nivel de miembros superiores? Si ___ No ___

Derecha ☐ Izquierda ☐

Cual: _____

Hace cuánto: _____

Hace cuánto tiempo practicas tenis?

Cuántas veces por semana practicas? _____

Cuántas horas por día? _____

Realizas fortalecimiento muscular de miembros superiores? Sí ☐ No ☐



3. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Universidad: Universidad del Valle

Ciudad: Cali, Valle del Cauca

Yo _____, mayor de edad
e identificado con

C.C. _____ de _____, actuando en
nombre propio o como Representante legal de

HAGO CONSTAR

Que he sido informado hoy _____ por
los estudiantes de Fisioterapia: Isabel Cristina Rada, Jesús David Gómez y Naira
Eliana Burbano, sobre el plan de evaluación fisioterapéutica diseñado para el
proyecto de investigación, cuyo objetivo es determinar las condiciones en cuanto
a fuerza muscular en los músculos del manguito rotador con el fin de conocer si
hay presencia de desequilibrios musculares en rotadores externos e internos de
hombro en un grupo de jugadores de 12 – 16 años pertenecientes al programa
selección A de la liga Vallecaucana de tenis de campo.

Lo anterior se desarrollará en el horario de mi entrenamiento habitual, por ende
no necesitaré trasladarme en tiempos extra a la liga. Para mi participación en el
proyecto no debo cubrir ningún costo económico adicional, ya que los
implementos para realizar la evaluación, serán dotados por los investigadores.
También se me informó que la atención en este servicio es integral, por eso ante



los riesgos que se puedan generar ante la evaluación, se ha previsto la posibilidad de aparición de sintomatología o lesión osteomuscular, por lo cual se ha acordado el manejo inicial en el servicio asistencial que se ofrece dentro de la práctica por proyecto que realizan los investigadores con el grupo de estudio. Si progresa a más de una semana de evolución se remite al médico, el cual establecerá el diagnóstico, con su respectivo pronóstico, con lo cual se indicará si se debe terminar mi participación en el estudio. De igual forma reconozco los beneficios previstos como, protocolos de prevención de desequilibrios en el manguito rotador provocados por la configuración del gesto técnico y prevención de lesiones por sobreuso de igual manera.

También se me informó sobre la existencia de riesgos poco previstos o imprevistos que se pueden presentar bajo condiciones de atención adecuada, y se me permitió preguntar y aclarar las dudas generadas sobre la atención estableciendo contacto con la Escuela de Rehabilitación Humana, en el teléfono 518 5659.

Igualmente se me informó que la información aquí recolectada será confidencial y estrictamente para fines académicos. A demás se me ha solicitado la autorización para que la información pueda ser utilizada como muestra y datos en otros estudios con previa autorización del Comité Institucional de Revisión de Ética Humana.

Finalmente he sido informado sobre mi derecho a rechazar la participación en el estudio o revocar este consentimiento, y sobre las consecuencias posibles de esta determinación.



Por lo anterior, doy mi consentimiento para que se le realice la evaluación muscular propuesta.

Firma del paciente o representante legal

Firma de los estudiantes de fisioterapia

Firma del primer testigo

Firma del segundo testigo

En _____ a los _____ días del mes de _____ del 2 _____

Por lo anterior, rechazo la atención y declaro que he sido ampliamente informado sobre las consecuencias que esta decisión tiene para mi salud.

Firma del paciente o representante legal

Firma del primer testigo

Firma del segundo testigo

En _____ a los _____ días del mes de _____ de 2 _____



4. ASENTIMIENTO INFORMADO

Este documento de asentimiento informado es para niños de 12 – 16 años pertenecientes al grupo selección A de la liga Vallecaucana de Tenis de Campo, y que se les invita a participar en la investigación que busca conocer las condiciones de la articulación glenohumeral en cuanto a fuerza a nivel de los músculos del manguito rotador para de esta forma proponer un programa de entrenamiento que dé respuesta a las condiciones encontradas en una población de tenistas de 12 a 16 años pertenecientes al grupo de selección A de la Liga Vallecaucana de Tenis.

El grupo de investigación está conformado por: Delia Constanza Serpa, Naira Burbano, Isabel Cristina Rada y Jesús David Gómez, y nuestro trabajo consiste en Identificar a través de la evaluación de la fuerza muscular de rotadores internos y externos de la articulación glenohumeral la existencia de imbalance muscular en miembro superior dominante y no dominante. Buscamos identificar los factores de riesgo que pueden hacer que te lesiones y de esta manera haremos una propuesta de entrenamiento en fuerza muscular a nivel del hombro para evitar lesiones, y creemos que esta investigación nos ayudará a saber eso.

Te vamos a dar información y a invitarte a tomar parte de este estudio de investigación. Puedes elegir si quieres participar o no. Hemos discutido esta investigación con tus padres y ellos saben que te estamos preguntando a ti también para tu aceptación. Si vas a participar en la investigación tus padres también tienen que aceptarlo pero si no deseas formar parte de la investigación no tienes por qué hacerlo, aun cuando tus padres lo hayan aceptado.

Puedes discutir cualquier aspecto de este documento con tus padres o con cualquier otra persona y puedes decidir si participar o no después de haberlo discutido. No tienes que decidirlo inmediatamente.

Puede que haya algunas palabras que no entiendas o cosas que quieres que te expliquemos mejor. Puedes pedirnos en cualquier momento que te expliquemos y nosotros nos tomaremos el tiempo para aclarar tus dudas.



Si decides participar te tomaremos unas medidas para evaluar la funcionalidad de tus hombros.

Hemos preguntado al niño/a y entiende el procedimiento _____

Durante la evaluación de fuerza muscular es normal que el músculo se fatigue y esto genera un poco de molestia pero es temporal y no representa peligro para tu salud. De igual manera estaremos pendientes ante cualquier molestia que presentes y para prevenir en lo posible cualquier incidente que se pueda presentar.

Hemos preguntado al niño/a y entiende los riesgos y molestias _____

Esta investigación nos ayudará a tener las herramientas para encontrar la forma de prevenir la aparición de lesiones o molestias en el hombro en el futuro

Hemos preguntado al niño/a y entiende los beneficios _____

Entiendo que la investigación consiste en Identificar a través de la evaluación de la fuerza muscular de rotadores internos y externos de la articulación glenohumeral la existencia de desequilibrio muscular en miembro superior dominante y no dominante. Entiendo que me realizaran una evaluación de fuerza muscular a nivel del hombro

Sé que puedo elegir participar en la investigación o no hacerlo. Sé que puedo retirarme cuando quiera. He leído esta información y la entiendo. Acepto participar en la investigación.

Ó

Yo no deseo participar en la investigación y no he firmado el asentimiento que sigue. _____

Nombre del niño/a: _____



Firma de niño/a: _____

Fecha: _____

He sido testigo de la lectura exacta del documento de asentimiento al participante potencial y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que ha dado su asentimiento libremente.

Nombre del testigo: _____

Firma del testigo: _____

Fecha: _____

El padre/madre/apoderado ha firmado un consentimiento informado Si__ No__

5. AVAL DEL COMITÉ DE ÉTICA HUMANA

Comité Institucional de Revisión de Ética Humana

Facultad de Salud



ACTA DE APROBACIÓN N° 018-012

Proyecto: **EFFECTOS DE UN ENTRENAMIENTO DE FUERZA- POTENCIA DE LOS ROTADORES EXTERNOS DEL HOMBRO SOBRE LA AMPLITUD ARTICULAR, FUERZA Y SINTOMATOLOGIA EN JUGADORES DE 12 A 16 AÑOS DEL GRUPO SELECCIÓN A DE LA LIGA VALLECAUCANA DE TENIS**

Sometido por: **LUZ HELENA ROJAS/NAIRA E. BURBANO/ISABEL C. RADA/JESUS D. GOMEZ**

Código Interno: **201-012** Fecha en que fue sometido: **02** **10** **2012**

El Consejo de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, ha establecido el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana (CIREH), el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última revisión en 2002; y el Código de Regulaciones Federales, título 45, parte 46, para la protección de sujetos humanos, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos 2000.

Este Comité certifica que:

1. Sus miembros revisaron los siguientes documentos del presente proyecto:

- | | |
|---|---|
| ☒ Resumen del proyecto | ☒ Protocolo de investigación |
| ☒ Formato de consentimiento informado | ☒ Instrumento de recolección de datos |
| ☐ Folleto del investigador (si aplica) | ☒ Cartas de las instituciones participantes |
| ☐ Resultados de evaluación por otros comités (si aplica) | |

2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité:

3. Según las categorías de riesgo establecidas en el artículo 11 de la Resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, el presente estudio tiene la siguiente **Clasificación de Riesgo**:

☐ SIN RIESGO ☒ RIESGO MÍNIMO ☐ RIESGO MAYOR DEL MÍNIMO

4. Que las **medidas** que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas.

5. La forma de obtener el **consentimiento** informado de los participantes en el estudio es adecuada.

6. Este proyecto será **revisado nuevamente** en la próxima reunión plenaria del Comité. sin embargo, el Comité puede ser convocado a solicitud de algún miembro del Comité o de las directivas institucionales para revisar cualquier asunto relacionado con los derechos y el bienestar de los sujetos involucrados en este estudio.

7. **Informará** inmediatamente a las directivas institucionales:

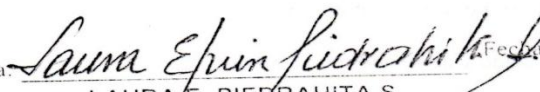
- Todo desacato de los investigadores a las solicitudes del Comité.
- Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.

8. **Informará** inmediatamente a las directivas institucionales toda información que reciba acerca de:

- Lesiones a sujetos humanos.

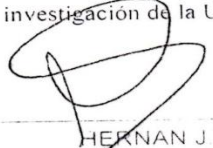
Calle 4B 36 -00 edificio Decanato Teléfono: 5185677 email: eticasalud@univalle.edu.co

- Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.
- b. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que haya sido revisado y aprobado por el Comité.
9. El presente proyecto ha sido **aprobado** por un periodo de **1 año** a partir de la fecha de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.
10. El investigador principal deberá informar al Comité:
- a. Cualquier cambio que se proponga introducir en este proyecto. Estos cambios no podrán iniciarse sin la revisión y aprobación del Comité excepto cuando sean necesarios para eliminar peligros inminentes para los sujetos.
 - b. Cualquier problema imprevisto que involucre riesgos para los sujetos u otros.
 - c. Cualquier evento adverso serio dentro de las primeras 24 horas de ocurrido, al secretario(a) y al presidente (Anexo I).
 - d. Cualquier conocimiento nuevo respecto al estudio, que pueda afectar la tasa riesgo/beneficio para los sujetos participantes.
 - e. cualquier decisión tomada por otros comités de ética.
 - f. La terminación prematura o suspensión del proyecto explicando la razón para esto.
 - g. El investigador principal deberá presentar un informe al final del año de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.

Firma:  Fecha: 22 11 2012
Nombre: LAURA E. PIEDRAHITA S.
Capacidad representativa: PRESIDENTA Teléfono: 5185677

CERTIFICACIÓN DE LA FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

Por medio de la presente, certifico que la Facultad de Salud de la Universidad del Valle aprueba el proyecto arriba mencionado y respeta los principios, políticas y procedimientos de la Declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial, de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y de la reglamentación vigente en investigación de la Universidad del Valle.

Firma:  Fecha: 22 11 2012
Nombre: HERNAN J. PIMIENTO J.
Capacidad representativa: VICEDECANO DE LA FACULTAD DE SALUD Teléfono: 5185680

6. ACTA DE APROBACIÓN

2. NIVEL DE POSTGRADO:

() Aprobada, () Meritoria, () Laureada. Regístrese esta calificación.

() Reprobada. El estudiante debe matricularse nuevamente en esta actividad.

() Pendiente El estudiante debe acoger las recomendaciones del jurado y presentar nuevamente el documento ante el Director del Trabajo. Requiere () No requiere () nueva sustentación

El plazo para nueva sustentación y/o para presentación del documento final es de:

OBSERVACIONES: PRESENTÓ EL PROYECTO DE GRADO: SI ☒ NO ☐

Promedio de la calificación de la Presentación: 4.40 (cuatro punto cuatro).

Delia Constanza Serpa Anaya

Nombre Director Trabajo de Grado


Presidente del Jurado
DIRECCION

Fayber Laspiña Buena

Nombre Jurado 1.

Fayber Laspiña Buena

Firma Jurado 1.

Maria Nancy Rubio Silva

Nombre Jurado 2.

Maria Nancy Rubio Silva

Firma Jurado 2.

Ana fernanda Ochoa

Nombre Jurado 3.

Ana fernanda Ochoa

Firma Jurado 3.

14. REFERENCIAS

1. Walker B. La anatomía de las lesiones deportivas. Editorial Paidotribo. España. 2005
2. Osorio J., Clavijo M., Arango E., Patiño S., Gallego I. Lesiones Deportivas.IATREIA. 2007; 20(2):167-177.
3. Lucado A., Kolber M, Cheng S, Echternach John. Subacromial impingement syndrome and lateral epicondylalgia in tennis players. Physical Therapy Reviews. 2010; 15:2.
4. Junge A, Engebretsen L, Alonso JM, Renstrom P, Mountjoy M, Aubry M, et al. Injury surveillance in multi-sport events: TheInternational Olympic Committee approach. Br J SportsMed. 2008; 42:413-21.
5. Bylak J, Hutchinson M. Common sports injuries in young tennis players. Sports Med. 1998; 26(2):119-32.
6. Gutierrez D, Esparza F. Lesiones en el tenis. Revisión bibliográfica. ApuntsMedEsport. 2011;46(172):189-204.
7. Ellenbecker T, Roetert E, Safran M, et al. Shoulder injuries in tennis. The Athletes Shoulder. 2009; 35: 429-444
8. Cools A., Johansson F., Cambier D., Vande A., Palmans T., Witvrouw E. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *J Sports Med* 2010;44:678–684.

9. Ellenbecker T., Pluim B., Vivier S. y Sniteman S. Common Injuries in Tennis Players: Exercises to Address Muscular Imbalances and Reduce Injury Risk. National Strength and Conditioning Association. 2009. Volumen 31.
10. Ellenbecker T., Roetert P., Bailie D., Davies G., Brown S. Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. Official Journal of the American College of Sports Medicine. 2002; 2: 252-256
11. Saccol MF, Gracitelli GC, da Silva RT, Fleury AM, Andrade Mdos S, da Silva Ac. Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. PhysTher in Sport. 2010 Feb; 11(1):8–11.
12. Cools A., Declercq G., Cagnie B., Cambier D., Witvrouw E. Internal Impingement in the Tennis Player: Rehabilitation Guidelines. J Sports Med 2008;42:165–171
13. Blandón J. Entrenamiento de las capacidades físicas en el tenis de campo. Medellín. 2004.
14. Farinatti P. Flexibilidade e Esporte: Uma Revisão da Literatura. Rev. Paul. educ. fís. 2000; 14(1):85-96.
15. Ellenbecker T., Pluim B., Vivier S. y Sniteman S. Common Injuries in Tennis Players: Exercises to Address Muscular Imbalances and Reduce Injury Risk. National Strength and Conditioning Association. 2009. Volumen 31.
16. Riewald S., Ellenbecker T. El Desequilibrio en el Jugador de Tenis. Coaching and Sport Science Review of International Tennis Federation. 2007. 13: 2-4.

17. Lucado A., Kolber M., Cheng M, Echternach J. Subacromial impingement syndrome and lateral epicondylalgia in tennis players. *Phys Ther Rev* 2010 April;15 (2): 55-61.
18. Baxter-Jones AD, Maffulli N, Helms P. Low injury rates in elite athletes. *Arch Dis Child* 1993; 68:130–2.
19. Lanese RR, Strauss RH, Leizman DJ, Rotondi AM. Injury and disability in matched men's and women's intercollegiate sports. *AM J Public Health*. 1990 Dec;80(12):1459-62
20. Chandler TJ, Kibler WB, Uhl TL, et al: Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *Am J Sports Med*.1990; 18:134-136.
21. Ellenbecker TS: Shoulder internal and external rotation strength and range of motion of highly skilled junior tennis players. *Isokinetics Exerc Sci* .1992; 2:1-8.
22. Ellenbecker TS: A total arm strength isokinetic profile of highly skilled tennis players. *Isokinetics Exerc Sci* . 1991; 1:9-21.
23. Koziris LP, Kraemer WJ, Triplett NT, et al: Strength imbalances in women in tennis players [abstract]. *Med Sci Sports Exerc* . 1991. 223:253.
24. Abrams G., Renstrom A., Safran M. Epidemiology of Musculoskeletal Injury in the Tennis Player. *J Sports Med* 2012;46:492–498.
25. Schulte-edelmann J., Davies G., Kernozek t., Gerberding E. The effects of plyometric training of the posterior shoulder and elbow. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005; 19(1): 129–134.

26. Meeuwisse W. A Dynamic Model of Etiology in Sport Injury: The Recursive Nature of Risk and Causation. *Clin J Sport Med* 2007;17:215–219.
27. Osorio J., Rodríguez M, Sports injuries. *Iatreia.* ; 2007; 20 (2): 167-177.
28. Bahr R., Holme I. Risk factors for sports injuries — a methodological approach. *Br J Sports Med* 2003;37:384-392.
29. Cormie P., McGuigan M., Newton R. Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sports Med.* 2011;41(2):126-146.
30. Medina Rivas Rubén Darío (2011. 17 de Marzo). Actividades con celda de cargas (Homepage). slideshare.net (Consultado el día 8 de Febrero de 2013).
31. Mazur L., Yetman R., Risser W. Weight-training injuries. *Sports Med.* 1993;16(1):57–63.
32. Kraemer W. Fundamentals of resistance training: Progressión and exercise prescription. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2004; 36(4) ; 674-688.
33. Small E., Chairperson., McCambridge T., Benjamin H. Strength Training by Children and Adolescents. *PEDIATRICS.* 2008 ; 121(4): 835-840.
34. Treiber F. Lott J. Duncan J. Slavens G. Davis H. Effects of Theraband and Lightweight Dumbbell Training on Shoulder Rotation Torque and Serve Performance in College Tennis Players. *Am J Sports Med.* 1998; 26 (4):510:5.
35. Page A. Lamberth J. Abadie B. Boling R. Collins R. Linton Russell. Posterior Rotator Cuff Strengthening using theraband® in a functional diagonal

- pattern in collegiate baseball Pitchers Journal of Athletic Training. 1993; 28:4.
36. Naclerio F. Programación y periodización del entrenamiento de fuerza. ¿Qué nos sugieren las últimas investigaciones científicas?. Kronos. 2007; 6(12): 39-53.
37. Moore K. Anatomía con orientación clínica. - 6 ed. Lippincott Williams & Wilkins. España. 2010.
38. Hoeven H., Kibler W. Shoulder injuries in tennis players. Br JSports Med 2006;40:435–440.
39. Palastanga Nigel. Extremidades Superiores. En: Antoni Cabot. Anatomía y Movimiento Humano: Estructura y funcionamiento. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2000. 66-143.
40. Emery C., Meeuwisse WH. Exercise and injuries. MedSci Sports Exerc. 2005; 37: S15.
41. Andrews JR, Fleisig GS, Preventing throwing injuries, JOrftopSporfs *PhysTher*. 1998: 27:187-188.
42. Cruz F, Almazán A. Lesiones en el hombro ocurridas durante la práctica de deportes. Ortho-tips.2009; 5(1):65-78.
43. Soderberg GI. Blaschak MJ: Shoulder Internal and external rotatlon peak torque production through a velocity spectrum in differing posit~onsJ. Orthop Sports Phys Ther 8:518-524.1987

44. Ellenbecker T, Roetert E, Safran M. Shoulder injuries in tennis. En Wilk K, Reinold M, Andrews J. The Athlete's Shoulder. Philadelphia : Elsevier Inc ; 2009 .p. 429-444.
45. Greenfield BH. Donatelli R. Wooden MJ. Wilkes J: Isokinetic evaluation of shoulder rotation strength between the plane of the scapula and the frontal plane. Am J Sports Med 18:124-128.1990
46. Croisier JL, Forthomme B, Crielaard JM. Quelle place pour l'isocinétisme dans la rééducation de l'épaule. La lettre du médecin rééducateur. Med Phys Readapt 1998;48:1-7
47. Codine P. et al. Évaluation et rééducation des muscles de l'épaule en isocinétisme: méthodologie, résultats et applications. Annales de réadaptation et de médecine physique 48 (2005) 80-92
48. Boileau G, Noury H. Coiffe des rotateurs opérée et isocinétisme : est-ce réaliste? In: Progrès en Médecine Physique et de Réadaptation. Paris: Masson Ed; 1998. p. 63-70.
49. David G, Magarey ME, Jones MA, Dvir Z, Turker KS, Sharpe M. EMG and strength correlates of selected shoulder muscles during rotations of the glenohumeral joint. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2000; 15: 95-102.
50. Bohannon RW, Smith MB. Intrasection reliability of angle specific knee extension torque measurements with gravity corrections. J Orthop Sports Phys Ther 1989;11:155-7.

51. Serpa D. Efecto del entrenamiento excéntrico sobre propiedades biomecánicas del tendón del Aquiles [tesis doctoral]. Granada: Universidad de Granada, Facultad de Ciencias de la Salud; 2012.
52. Mayer F, Hortsmann T. Reproducibility of isokinetic peak torque and angle at peak torque in the shoulder joint. *Int J Sports Med* 1994;15: 26–31.
53. Mayer F, Horstman T. Diagnostics with isokinetic devices in shoulder measurements – potentials and limits. *Isokinet Exerc Sci* 2001;9:19– 25.
54. Zuckerman JD, Leblanc JM. The effect of arm position and capsular release on rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg* 1991;73:402–5.
55. Hageman PA, Mason DK, Rydland KW, Hurnpal SA: Effects of position and speed on eccentric and concentric isokinetic testing of the shoulder rotators. *J Orthop Sports Phys Ther* 1154-69. 1989.
56. Walmsley RP, Szybbo C. A comparative study of the torque generated by the shoulder internal and external rotator muscles in different positions and at varying speeds. *J Orthop Sports Phys Ther* 9:217-222.1987.
57. Huesa F., García J., Montes J. Dinamometría isocinética. *Rehabilitación*. 2005;39:288-96.
58. McFarland E. Examination of the Shoulder: The Complete Guide. Editorial Thieme. Estados Unidos. 2006.
59. Stanley A. Age specific isokinetic glenohumeral internal and Shoulder Strength and Range of Motion in Female Amateur-League Tennis Players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2004; 34(7): 402-49.

60. Gozlan G. Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis): comparison between dominant and nondominant shoulder. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 2006; 49:8-15.
61. Mulligan I. Isokinetic profile of shoulder internal and external rotators of high school aged baseball pitchers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2004; 18(4): 861–866.
62. Ellenbecker, T. External rotation strength in elite junior tennis player. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2003. 6 (1): 63-70.
63. Hurd W. A Profile of Glenohumeral Internal and External Rotation Motion in the Uninjured High School Baseball Pitcher, Part II: Strength. 2011;46(3):289-295.
64. Stark T. Hand-held Dynamometry Correlation With the Gold Standard Isokinetic Dynamometry: A Systematic Review. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011;3:472-479.